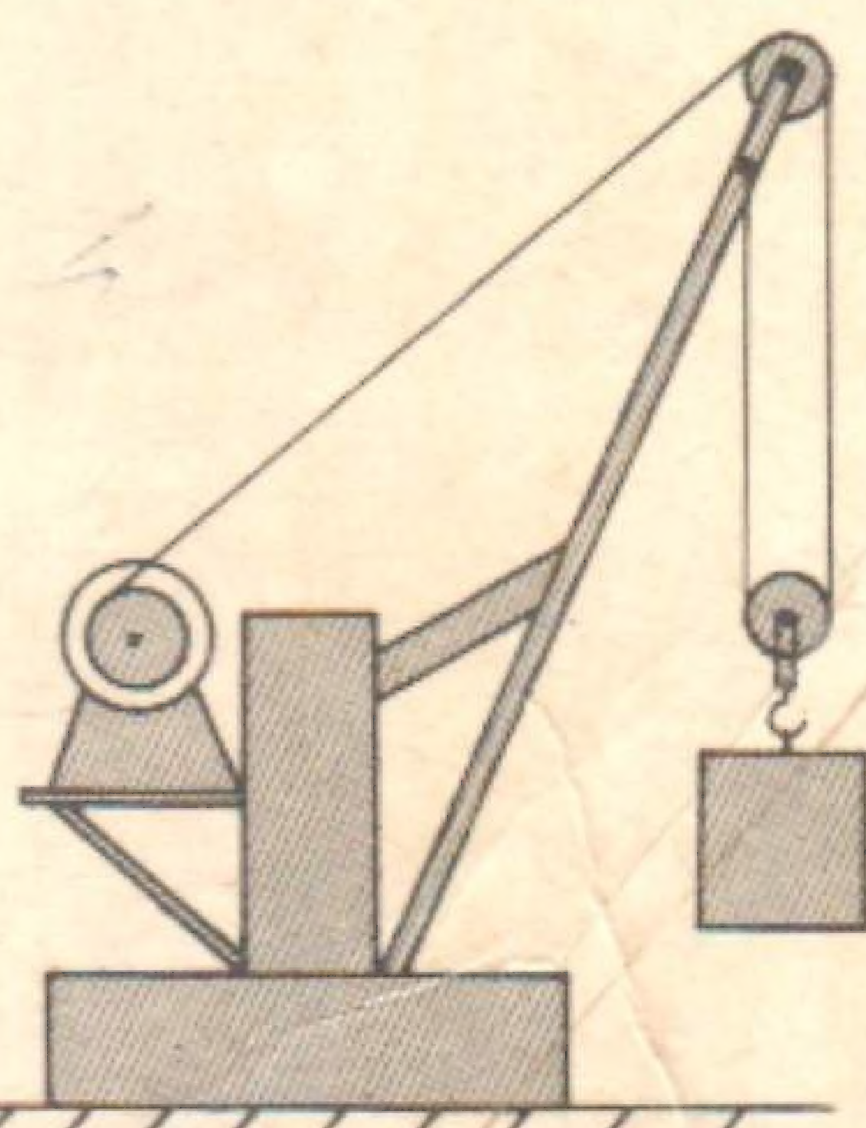
العلوم الفيزيائية

تمارين وحلول

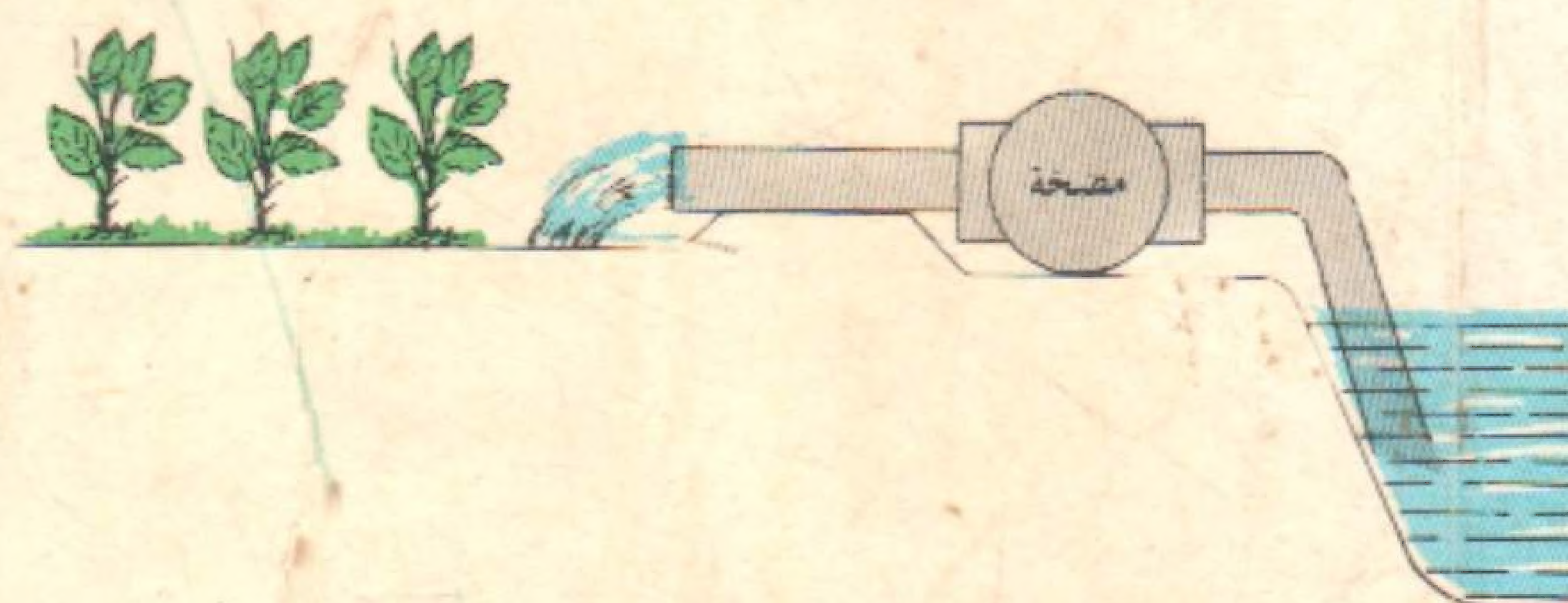
5

وفقاً للمقرر الجديد للسنة الخامسة ثانوي

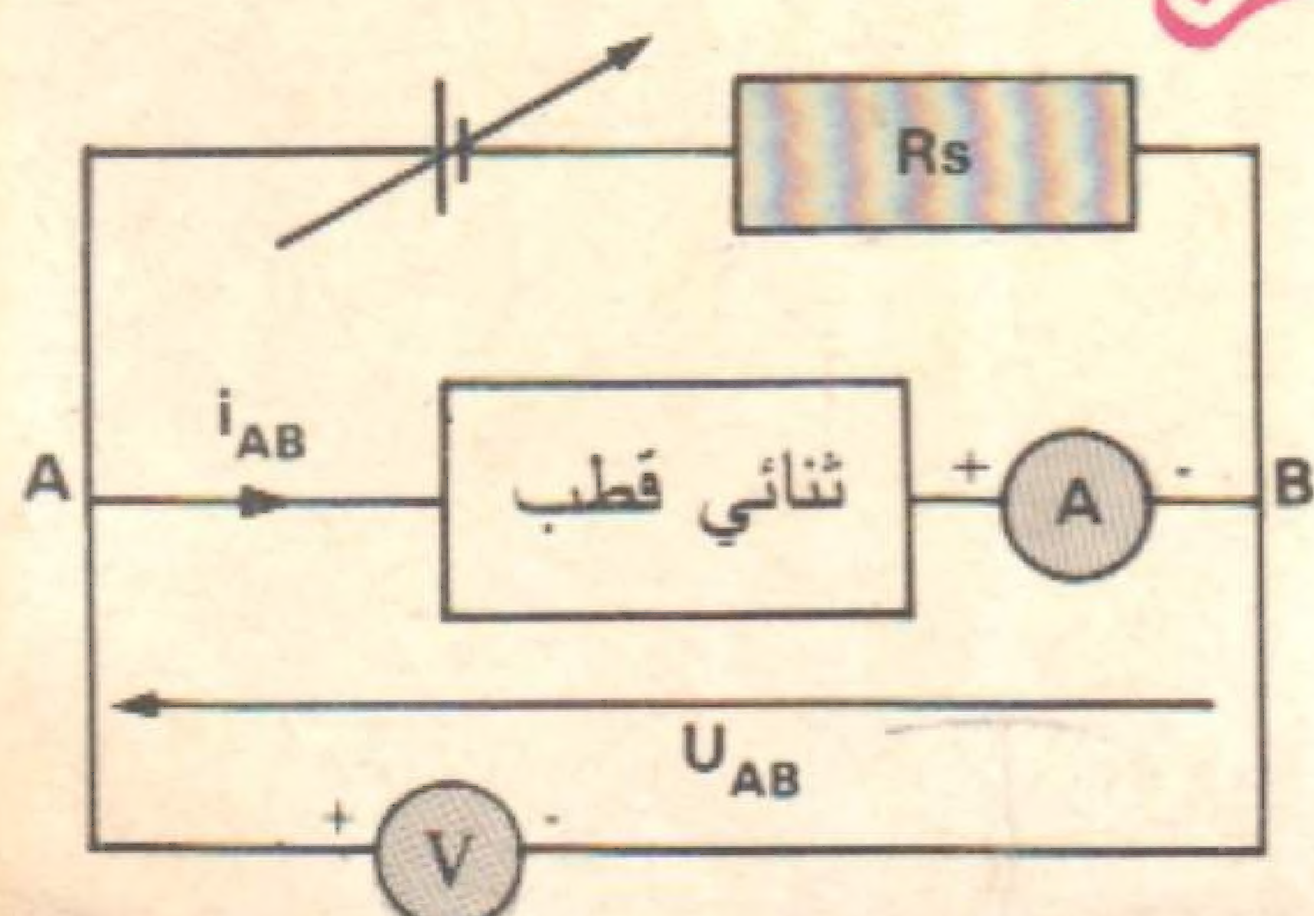
الميكانيك



الهيدروليك



الكهرباء



عبد المجيد زيدان
(أستاذ السلك الثاني ومرشد تربوي)

عبد الله الزاكي
(أستاذ السلك الثاني)

محمـد المحسـن
(أستاذ السلك الثاني وباحث بكلية العلوم الرباط)

العلوم الفيزيائية

تمارين وحلول

السنة



الثانوية

مكتبة المعارف
للنشر والتوزيع
ص . ب : 239 . الرباط . المغرب
الهاتف : 265.24

بسم الله الرحمن الرحيم

الطبعة الاولى

1407 هـ / 1987 م

رقم الايداع القانوني
1987/668

مقـــدمـــة

العلوم الفيزيائية كباقي العلوم التجريبية تعتمد في دراستها المنهج التجريبي.ومقرر السنة الخامسة لهذه المادة، وضع أساسا لتلقين التلميذ هذا المنهج والكيفية الصحيحة لاستعماله.

ومن أجل ذلك حاولنا في هذا الكتاب انتقاء تمارين نموذجية، بعضها يمثل نموذجا مبسطا للواقع،والبعض الآخر على شكل تجارب قصد ترسيخ المفاهيم الجديدة لدى التلميذ في هذا المقرر.

الكتاب مقسم إلى ثلاثة فصول وهي : **الميكانيك، الهيدروليك والكهرباء المتحركة**. في أول كل فصل وضعنا تذكيرا ملخصا لما جاء في الدرس،من أجل تسهيل استعادة الأفكار الرئيسية، متبوعا بالتمارين الموافقة له. كل تمرين متبوع بحلّه مباشرة، وهذه الحلول منها ما هو مفصل ومنها ما هو معطى كمرجع ليتيقن التلميذ من صحة جوابه، وغالبا ما تكون هذه التمارين تطبيقا مباشرا لمحتوى الدرس.

وفي هذه المقدمة نريد إثارة انتباه التلميذ إلى أن التمارين لا تغني عن الدرس بل هي تكملة له، ودورها الأساسي يكمن في ترويض فكره وإعانته على استيعاب دروسه. والله ولي التوفيق.

المؤلفون

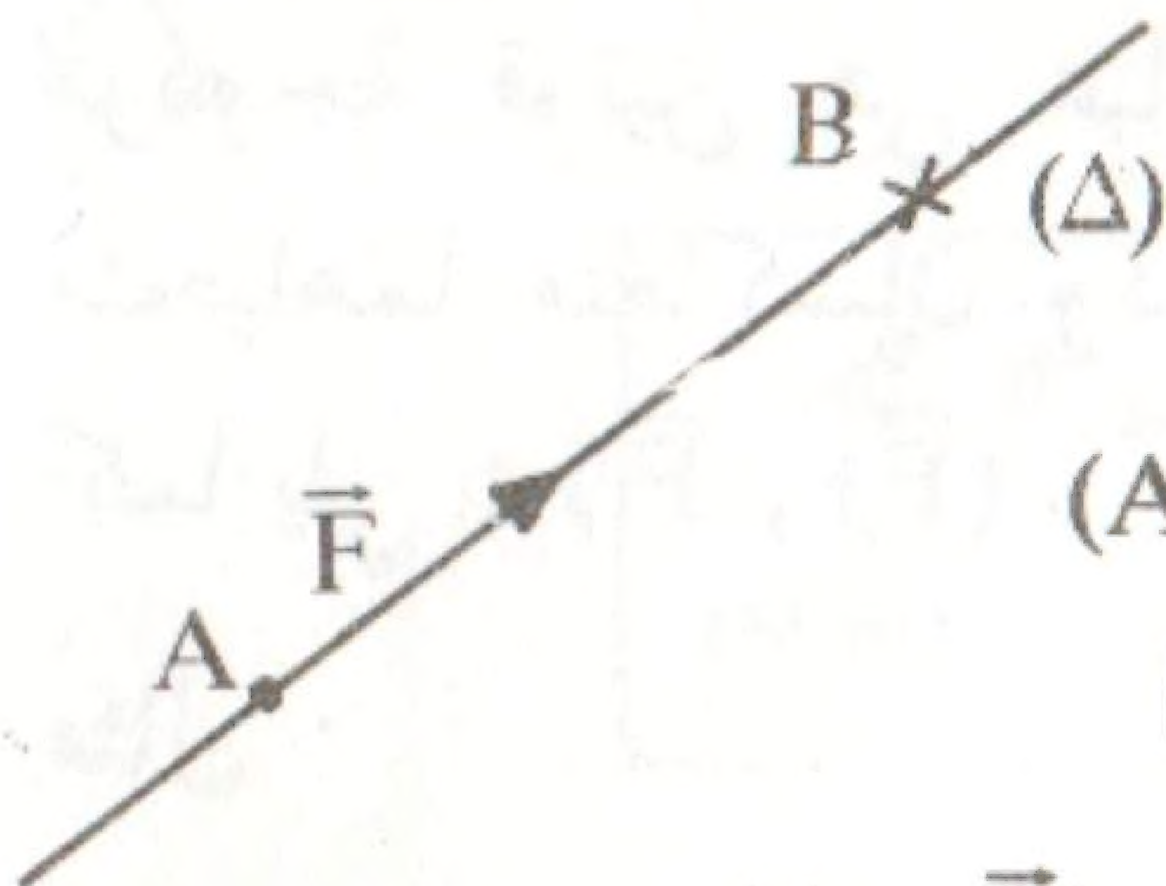
الميكانيك

تاريخ الأحساء

التأثيرات بين اجسام صلبة في حالة توازن.

تذكير :

★ **خصائص القوة** . للقوة أربعة خصائص وهي كما يلي :



- نقطة التأثير : A
- خط التأثير : (Δ)
- مَنْحَى القوة : (A → B)
- شدة القوة: $\|\vec{F}\| = F$

وتمثل القوة بالزوج $(A\ ,\ \vec{F})$

★ **توازن جسم صلبٍ تحت تأثير عدة قوى.**

إذا كان جسم صلب (S) تحت تأثير عدة قوى $\vec{F}_1, \vec{F}_2, ..., \vec{F}_n$ وهو في حالة توازن، يكون لدينا :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots + \vec{F}_n = \vec{0} \qquad (1)$$

وتُكوِّن متجهات هذه القوى مضلعا مغلقا.

إذا كان هذا الجسم قابلا للدوران حول محور ثابت (Δ)، وهو في حالة توازن،فتكون لدينا بالاضافة إلى العلاقة (1) العلاقة (2) :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_1)_{/(\Delta)} + \mathcal{M}(\vec{F}_2)_{/(\Delta)} + \ldots + \mathcal{M}(\vec{F}_n)_{/(\Delta)} = 0 \qquad (2)$$

مع $\mathcal{M}(\vec{F}_i)_{/(\Delta)}$: القيمة الجبرية لعزم القوة $\vec{F}_i$ بالنسبة للمحور (Δ).

المعادلات (1) و (2) تكونان شرطي توازن الجسم الصلب (S).

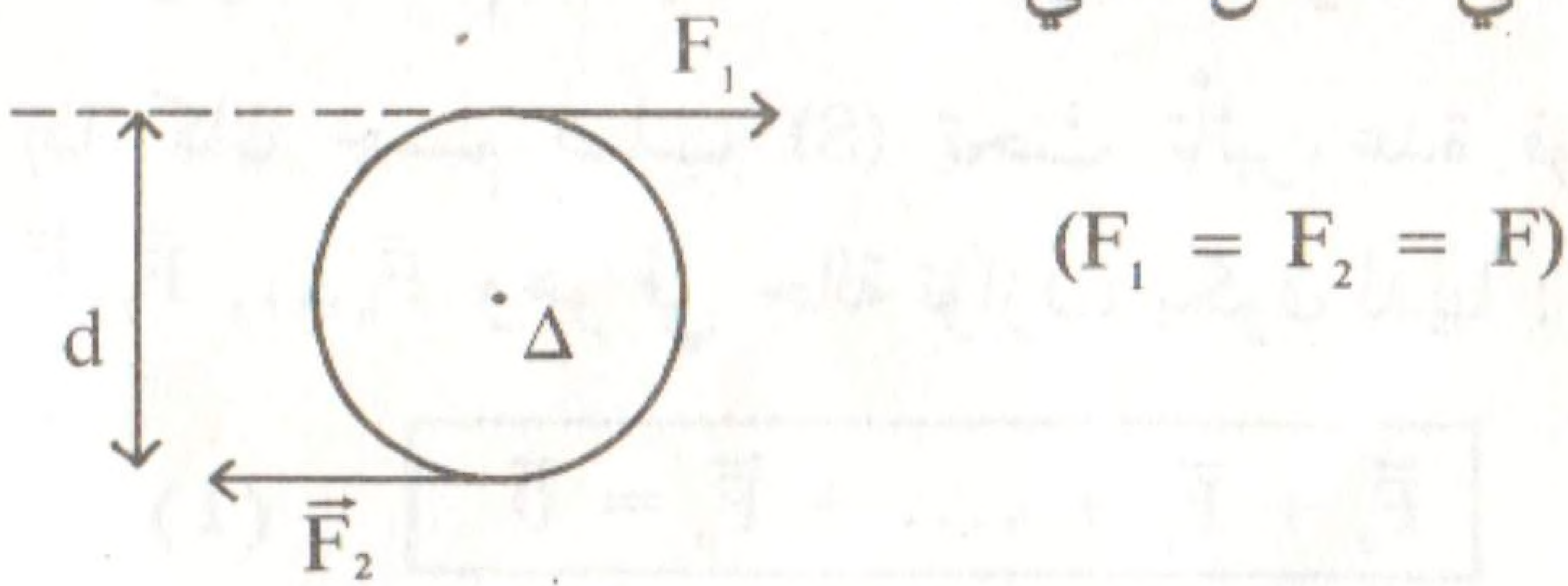
★ **مزدوجة قوتين.**

ـ تعريف :

مزدوجة قوتين هي عبارة عن قوتين لهما نفس الشدة، منحياهما متعاكسان وذات اتجاهين متوازيين، ونرمز لها كما يلي : $(\vec{F}_2 , \vec{F}_1)$.

مثال :

من أجل إدارة المقود، يسلط عليه السائق بيديه مزدوجة قوتين كما في الشكل التالي :



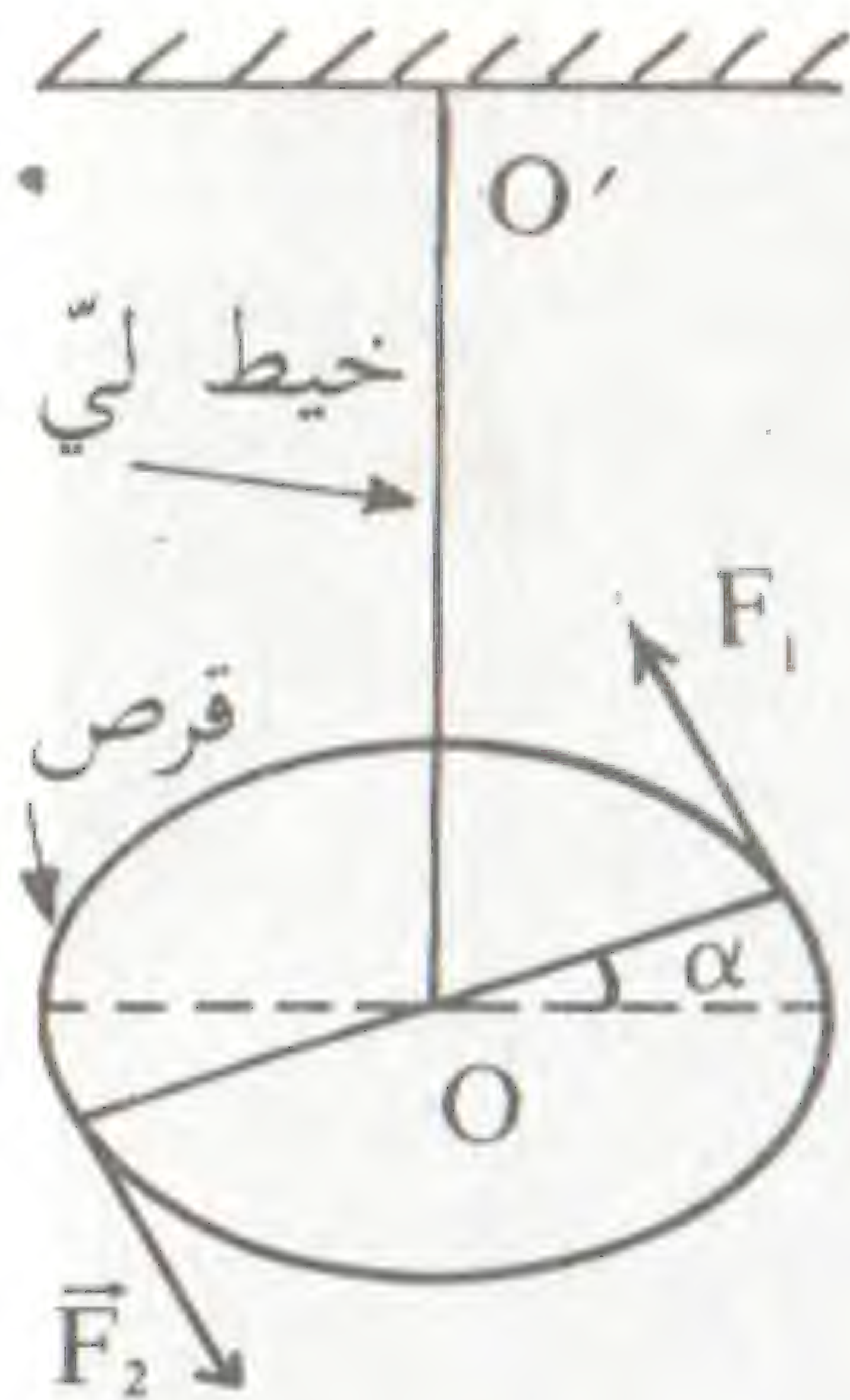
ـ عزم المزدوجة :

في الشكل السابق يكون عزم المزدوجة كالتالي :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_1 , \vec{F}_2)_{/(\Delta)} = F.d$$

(N.m) (N) (m)

★ **مزدوجة اللي :**



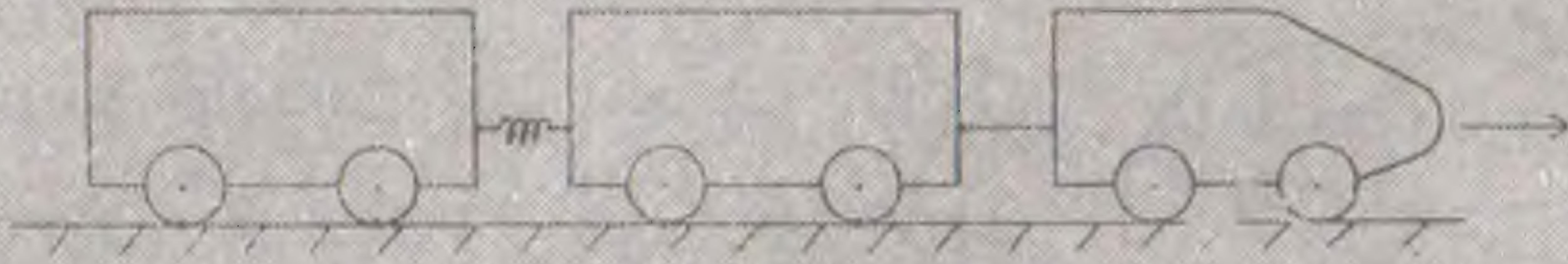
عندما نُطبِّق على القرص المزدوجة $(\vec{F}_1 , \vec{F}_2)$ نلاحظ أن الخيط يلتوي ويُطَبِّقُ بدوره على القرص مزدوجة جديدة $\vec{\mathscr{C}}$، ذات تأثير معاكس للأولى وتسمى $\vec{\mathscr{C}}$ مزدوجة اللي ولها عزم بالنسبة للمحور OO' صيغتـــه :

$$\mathcal{M}\,\vec{\mathscr{C}}_{/OO'} = -\,C\,.\,\alpha$$

$\mathcal{M}$ (N.m) ، C (N.m) ، α (rd)

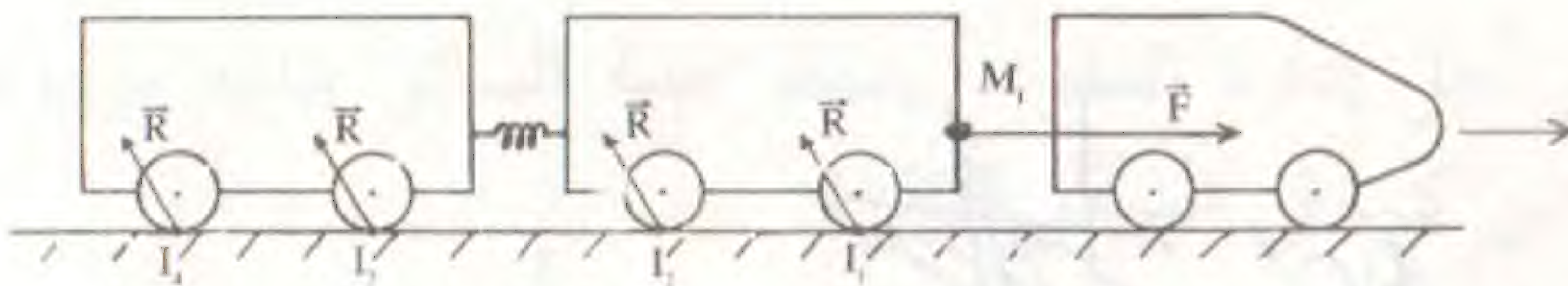
تمرين رقم 1

لنعتبر المجموعة المكونة من عربتين A و B، تجرهما قاطرة فوق سكة حديدية، كما هو مبين في الشكل.



حدد جميع القوى المقرونة بالتأثيرات الخارجية على هذه المجموعة مبينا أصنافها.
(نفترض أن تماس العجلة والسكة نُقطيا)

الحـــل :



التأثيرات الخارجية على المجموعة المكونة من العربتين هي :

* تأثير القاطرة، ونقرن به القوة $(M_1 \ , \ \vec{F})$ وهي قوة تماس.
* تأثير الأرض ونقرن به القوة $(G \ , \ \vec{P})$ حيث $\vec{P} = m\vec{g}$.

مع : m كتلة المجموعة [A,B].

* تأثير السكة الحديدية الذي نقرن به القوى التالية :

$(I_1, \vec{R}_1)$ ، $(I_2, \vec{R}_2)$ ، $(I_3, \vec{R}_3)$ و $(I_4, \vec{R}_4)$ وهذا التأثير هو تأثير تماس.

ملحوظـــة :

تأثير النابض بين العربتين A و B هو تأثير بين عناصر المجموعة إذن هو تأثير داخلي.

تمرين رقم 2 :

يقول قانون تجاذب الأجسام :

كل جسمين لهما الكتلتان m_1 و m_2، يخضعان لتأثيرات بينية متبادلة (تجاذبية) حيث شدة القوة المقرونة بها هي :

$$\underset{(N)}{F} = G \frac{m_1 . m_2 \leftarrow (Kg^2)}{d^2 \leftarrow (m^2)}$$

d : هي المسافة بين مركزي ثقلهما.

G : ثابتة وتساوي في نظام الوحدات العالمي :

$$G = 6,67 . 10^{-11} \ N m^2.Kg^{-2}$$

أ ـــ بين خصائص القوة المقرونة بتأثير جسم، كروي الشكل، من النحاس، قطره 50cm، على كويرة من نفس المادة وقطرها 0,5 cm، إذا كانت المسافة بين مركزي ثقلهما تساوي 64 cm، والكتلة الحجمية للنحاس تساوي $\varrho = 8920 \ Kg/_{m^3}$.

ب ـــ ماذا يمكنك أن تقول عن القوة المقرونة بتأثير الكويرة على الجسم ؟

ج ـــ ما هي شدة قوة تجاذب الجسم مع الأرض، إذا كان ساكنا فوق سطحها علما أن :

كتلة الأرض هي. $M_T = 6,02.10^{24}$ kg.

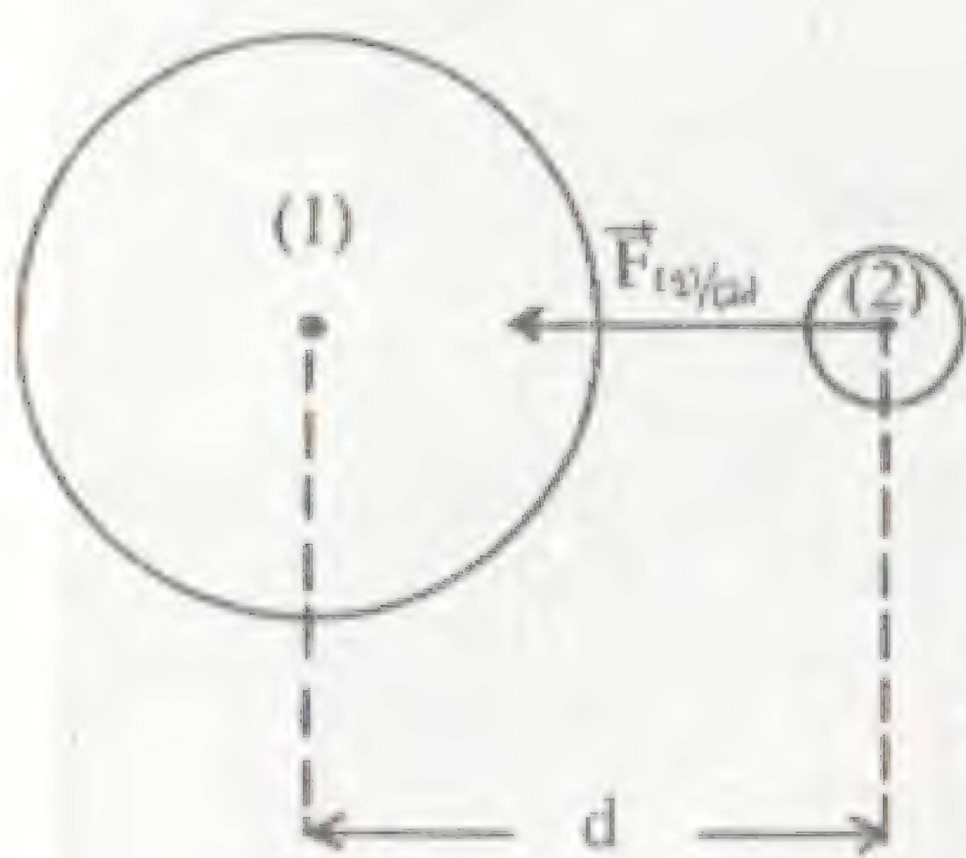
شعاعها هو $R_T = 6400$ km.

د ــ نفس السؤال إذا كان الجسم على آرتفاع h من سطح الأرض، واستنتج صيغة شدة الثقالة g، بدلالة R_T ، M_T ، h و G إذا كانت شدة قوة تجاذب الجسم مع الأرض هي شدة وزنه.

هـ ــ قارن بين شدة تجاذب الكويرتين وشدة وزنيهما. ما رأيك ؟

الحـــل :

أ ــ للقوة المقرونة بتأثير الجسم على الكويرة الخصائص التالية :



ــ نقطة التأثير : مركز ثقل الكويرة

ــ خط التأثير : المستقيم المار عبر مركزي ثقلهما.

ــ المنحــى : من الكويرة نحو الجسم (تجاذب)

ــ الشــدة : $F_{(1)/(2)} = G \dfrac{m_1.m_2}{d^2}$

تطبيق عددي : $G = 6,67.10^{-11}$ (ن.و.ع)

$d = 64.10^{-2}m$

نحسب الكتلة M_1 :

حجم الجسم (1) هو : $V_1 = \dfrac{4}{3}\pi R^3$

لدينا $\varrho = \dfrac{m_1}{V_1}$

إذن $$m_1 = \frac{4}{3}\varrho.\pi.R_1^3$$

وبنفس الطريقة نجد m_2 : $$m_2 = \frac{4}{3}\varrho.\pi.R_2^3$$

$R_1 = 25.10^{-2}m$ $\qquad$ $\varrho = 8920\ Kg.m^{-3}$

$R_2 = 0{,}25.10^{-4}m$ $\qquad$ $m_1 = 583\ ,\ 8\ Kg$

$m_2 = 5{,}84.10^{-10}\ Kg$

شدة القوة هي :

$$F_{(1)/(2)} = \frac{6{,}67.10^{-11}.583{,}8.5{,}84.10}{(64.10^{-2})^2}$$

$$\boxed{F_{(1)/(2)} = 5{,}54\ 10^{-17}.N}$$

ب ـــ طبقا لقانون التأثيرات المتبادلة فإن القوة المقرونة بتأثير الكويرة (2) على الجسم (1) لها نفس الخصائص مع القوة المقرونة بتأثير الجسم على الكويرة ما عدا المنحنيين فهما متعاكسين

ج ـــ لحساب شدة هذه القوة نطبق قانون تجاذب الأجسام.

المسافة بين مركزي ثقلهما هي :

$$d = R_T + R_1$$

إذن : $$F_{T/(1)} = F_{(1)/T} = G\,\frac{M_T\ .\ m_1}{(R_T + R_1)^2}$$

ويمكن كتابتها بالصيغة التالية :

$$F_{T/(1)} = G\frac{M_T.m_1}{R_T^2} \quad \frac{1}{(1+\frac{R_1}{R_T})^2}$$

لدينا : $R_1 = 5.10^{-1}m$

$R_T = 64.10^5m$

نلاحظ أن : $\frac{R_1}{R_T} \simeq 7,8.10^{-8} << 1$

إذن يمكن إهمال $\frac{R_1}{R_T}$ بالنسبة لِ 1، فتصبح الصيغة :

$$F_{T/(1)} \simeq \frac{G.M_T.m_1}{R_T^2}$$

تطبيق عددي : $\boxed{F_{T/(1)} \simeq 5723 \text{ N}}$

د ــ إذا كان الجسم على ارتفاع h فإن d تصبح :

$$d = R_1 + h + R_T$$

وشدة قوة التجاذب هي :

$$F_{T/(1)} = G\ \frac{M_T\ .\ m_1}{(R_T+h+R_1)^2}$$

إذا أهملنا R_1 بالنسبة لِ (R_T+h) نجد :

$$F_{T/(1)} = G\ .\frac{M_T\ .\ m_1}{(R_T+h)^2}$$

صيغة g : نعرف أن وزن الجسم هو القوة المقرونة بجاذبية الأرض لهذا الجسم وشدته هي : $P = m_1\ .\ g$

g = هي شدة الثقالة.

إذن $P = F_{T/(1)}$

أي $$m_1 \cdot g = G\frac{M_T \cdot m_1}{(R_T + h)^2}$$

ومن هنا نحصل على صيغة g : $$g = G\frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

من هذه العلاقة نستنتج أن شدة الثقالة تتغير والارتفاع h عن سطح الأرض.

هـ ــ لدينا : $F_{T/(1)} = 5723\ N$

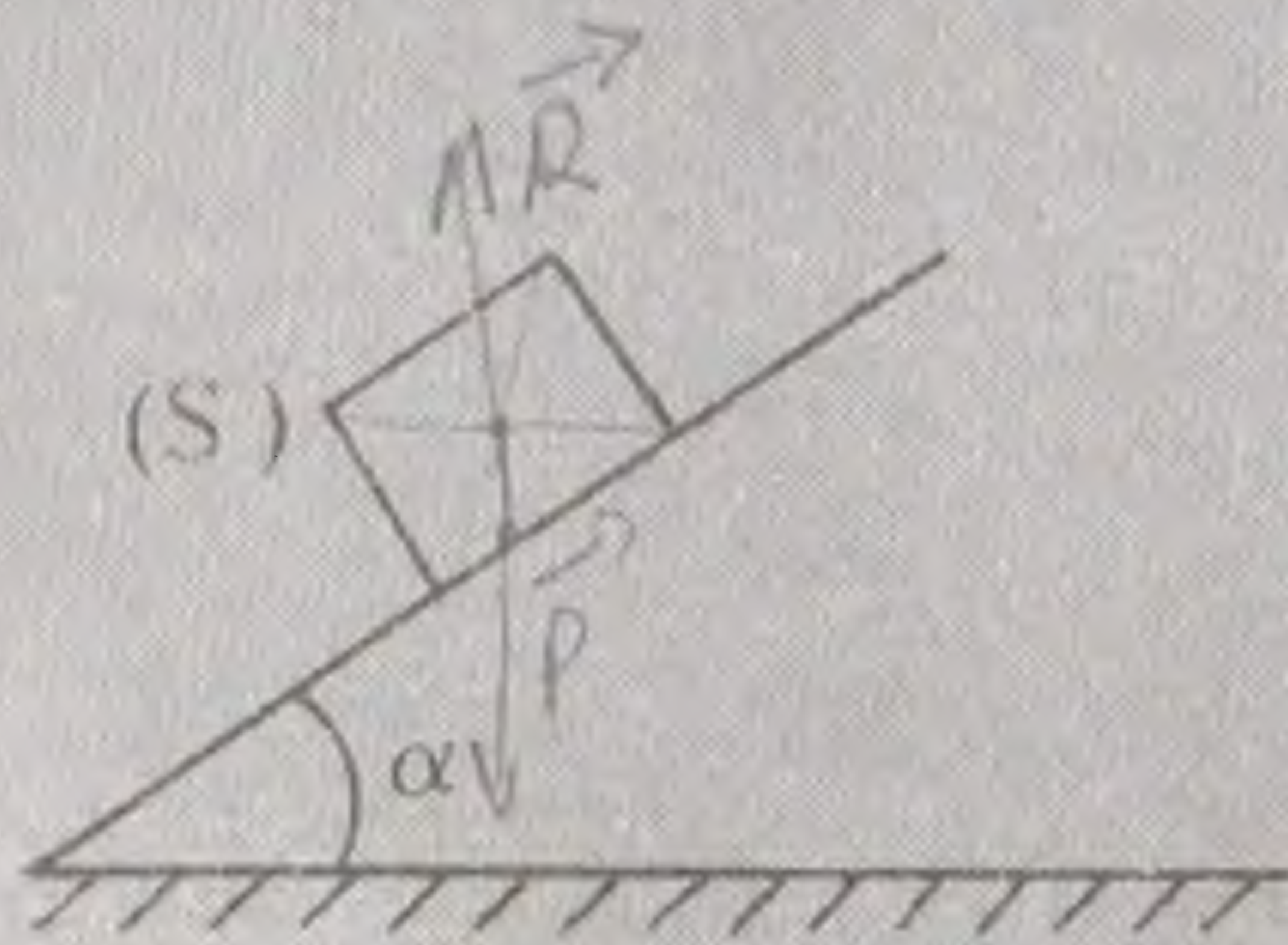
$F_{(2)/(1)} = 5,54.10^{-17}N$

إذن $$\frac{F_{T/(1)}}{F_{(2)/(1)}} \simeq 10^{17} \cdot 1033 \simeq 10^{20}.$$

نستنتج من هذا أن التأثير بين جسمين ما بالتجاذب ضعيف جدا بالمقارنة مع تأثير جاذبية الأرض على هذين الجسمين الموضوعين فوق سطحها.

تمرين رقم 3

جسم صلب (S)، في حالة توازن على سطح مائل، يكون زاوية α، قياسها 60°، مع السطح الأفقي كما في الشكل (1)



الشكل (1)

أ ــ بين كل القوى التي تساهم في توازن الجسم الصلب (S)، ثم آرسم متجهاتها في الشكل (1).

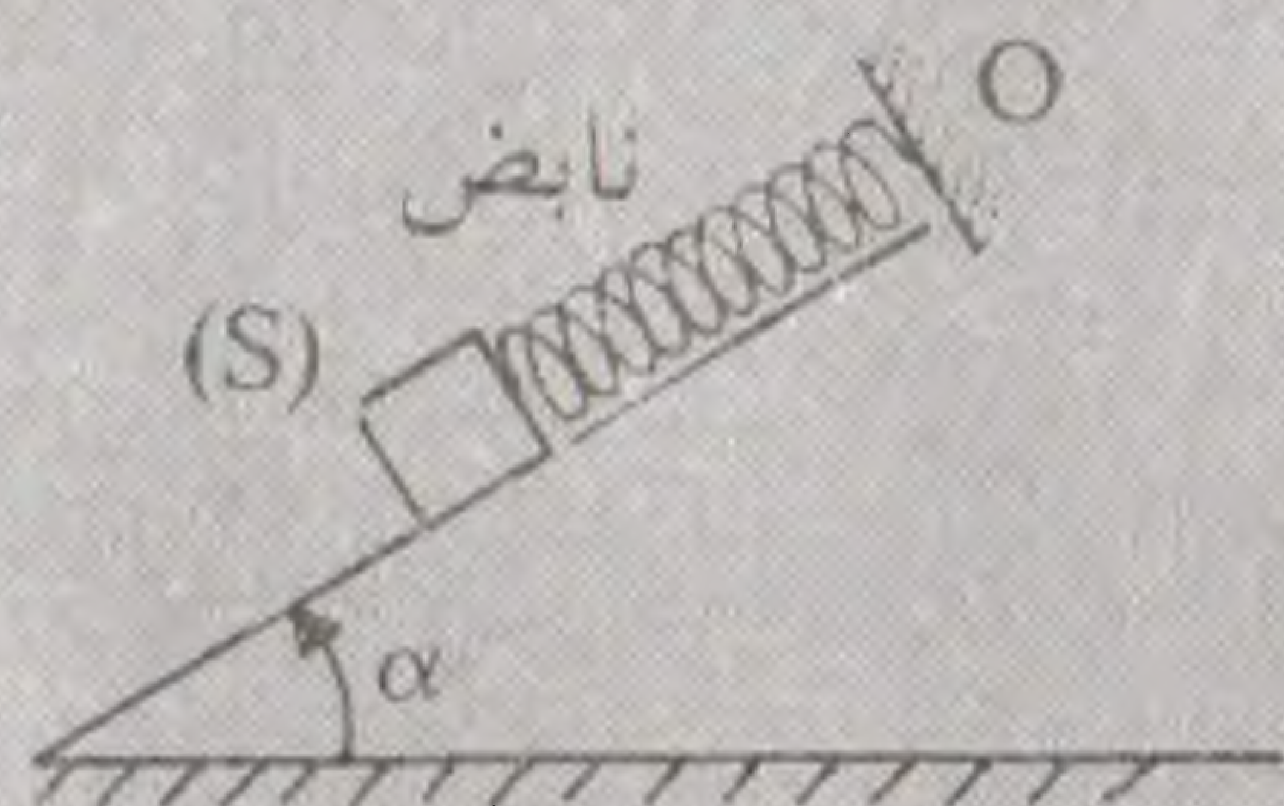
ب ــ آحسب قيمة زاوية الاحتكاك φ، بين قاعدة (S) والسطح المائل، وشدة القوة التي يسلطها السطح على الجسم (S)، علما أن : كتلة الجسم (S) تساوي 100g وشدة الثقالة :

$g = 10\ N.Kg^{-1}$

ج ــ نضيف للشكل (1)، نابضا مربوطا من جهة في نقطة ثابتة O ومن الأخرى، مع الجسم (S)، كما نجعل معامل الاحتكاك بين قاعدة (S) والسطح جد ضعيف .

في حالة توازن (S)، احسب القيمة الثابتة لصلابة النابض، K، إذا كانت إطالة النابض هي:

$\Delta l = 1,7\ cm.$



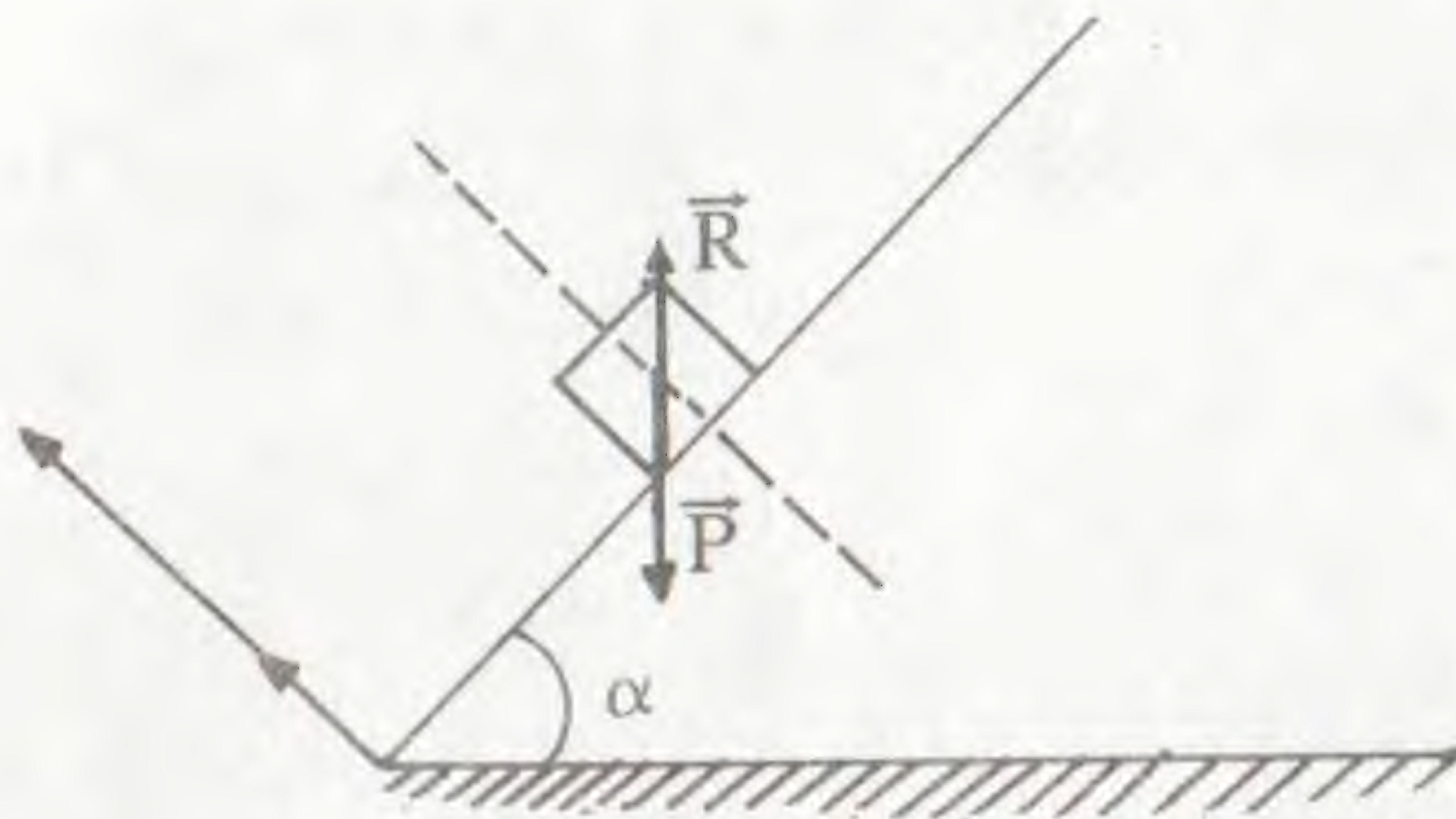
شكل 2

الحــل :

أ ــ القوى التي تساهم في توازن (S) هي :

$\vec{P}$: وزن (S)

$\vec{R}$: رد فعل السطح المائل.



ب ــ قيمة φ :

حسب الشكل اعلاه لدينا :

$(\vec{R} = R_T . \vec{i} + R_N . \vec{j})$

$$tg\alpha = \frac{R_T}{R_N}$$

ونعلم كذلك أن : $tg\varphi = \frac{R_T}{R_N}$

إذن $tg\alpha = tg\varphi$

أي $\varphi = \alpha = 60°$

شدة $\vec{R}$: بما أن (S) في حالة توازن

فلدينا : $\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$

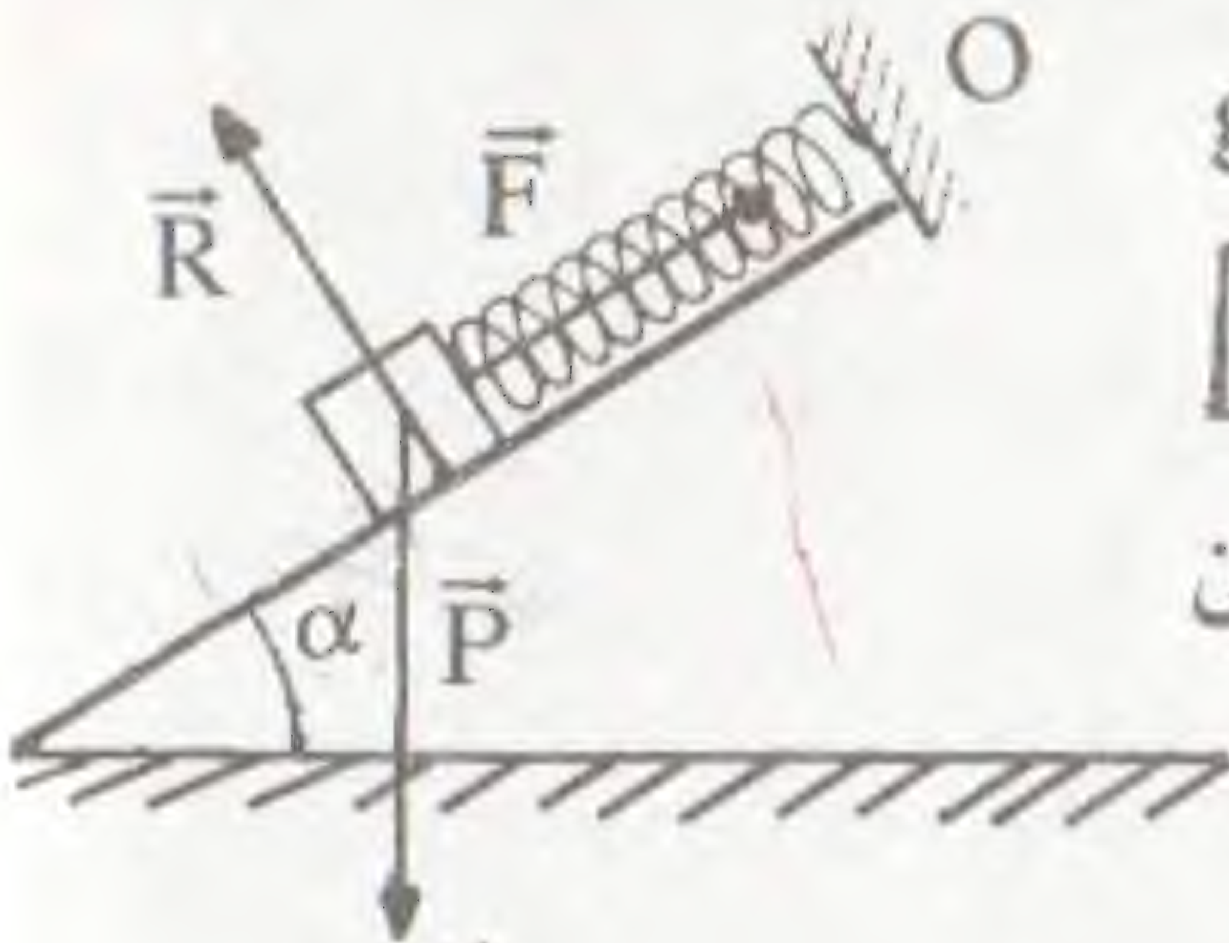
إذن $P = R$

أي $R = M.g.$

تطبيق عددي :

$M = 100g$

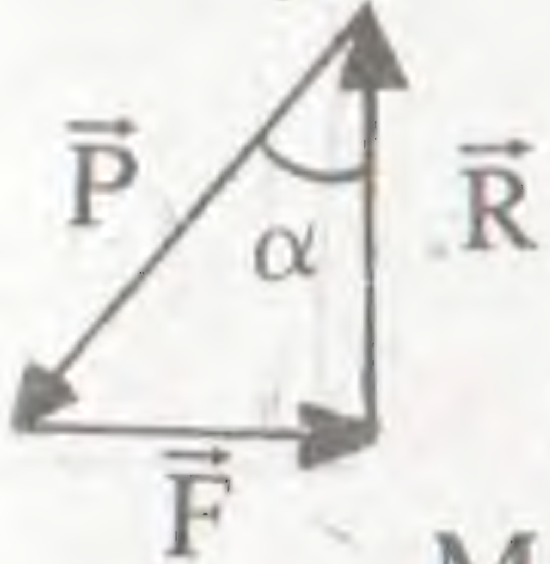
$g = 10\ N.Kg^{-1}$



$\boxed{R = 1N}$

ج — في حالة توازن (S)، يكون مضلع القوى مغلقا.

$\vec{F}$ هي القوة المسلطة على (S) من طرف النابض.



لدينا : $\sin\alpha = \dfrac{F}{P}$ أي $F = P\sin\alpha$

ونعلم كذلك أن : $F = K.\Delta l$ إذن $K = \dfrac{M.g.\sin\alpha}{\Delta l}$

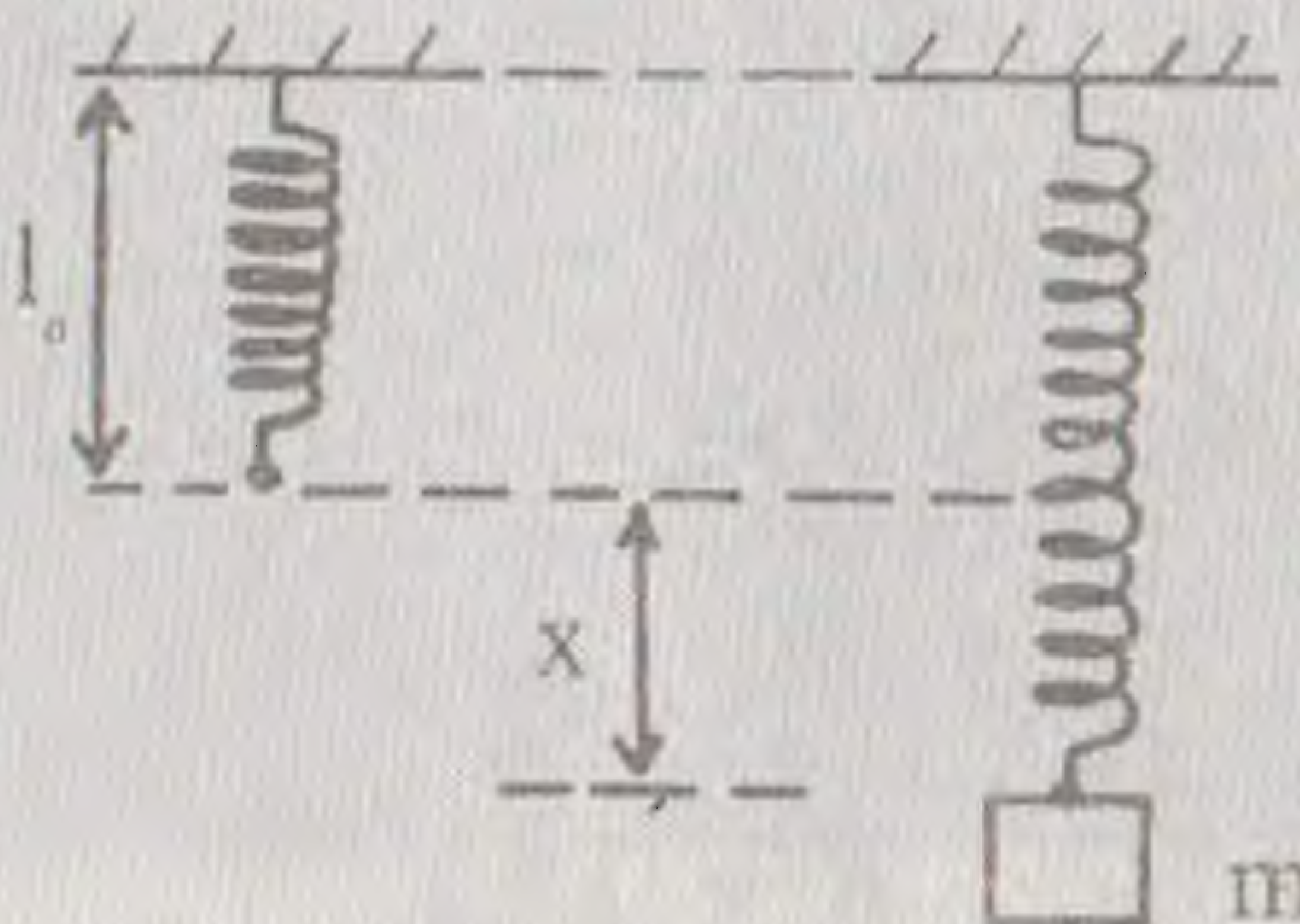
تطبيق عددي : $\alpha = 60°\ ,\ \Delta l = 1,7\ cm$

$\boxed{K = 50\ N.m^{-1}}$

تمريــن رقم 4

لتحديد صلابة نابض، طوله الأصلي $l_o = 20\ cm$، نقوم بالتجربة التالية.

نعلق بالنابض كتلا معينة ثم نقيس الأطالة x الموافقة لكل كتلة m.



فيما يلي نتائج هذه التجربة مدونة في الجدول الآتي :

$m\ (10^{-3}kg)$	0	100	200	300	400	500
$x\ (10^{-2}m)$	0	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1

أ ـــ إذا كانت الكتلة m، المعلقة في النابض في حالة توازن، ما هي القوى المقرونة بالتأثيرات عليها ؟.

ب ـــ حدد العلاقة بين توتر النابض، T، وشدة وزن الكتلة P، في حالة التوازن.

إستعمل هذه العلاقة لملء الجدول التالي :

$m\ (10^{-3}kg)$	0	100	200	300	400	500
$T_{(N)}$						
$x\ (10^{-2}m)$	0	1,4	2,9	4,3	5.7	7,1

شدة الثقالة : $g = 10\ N.Kg^{-1}$

ج ـــ خطط T بدلالة x مستعملا السلم :

$1\ cm \longleftarrow 1\ N$

$1\ cm \longleftarrow 10^{-2}m$

ـــ ماذا يمكنك أن تقول عن هذه الدالة ؟

ـــ أحسب المعامل الموجه K لهذه الدالة واستنتج صيغة العلاقة بين T و x.

د ـــ استخرج من المبيان، الأطالة الموافقة لقيم توتر النابض التالية : 4 N , 2 N.

ـــ استعملنا هذا النابض لقياس شدة قوى معينة فوجدنا أن إطالته في كل حالة هي كالتالي :

$1\ cm \leftarrow F_1$

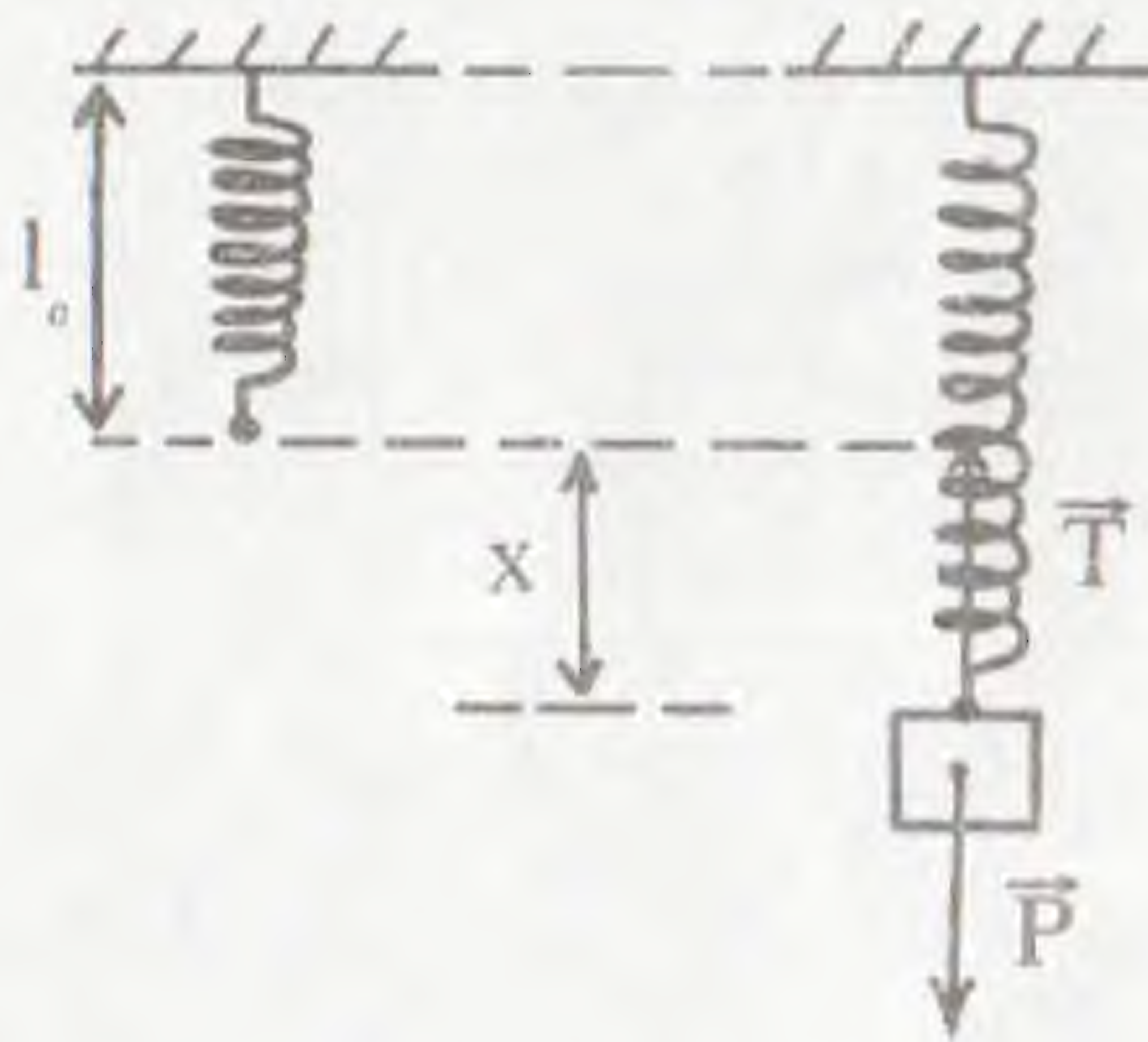
$2\ cm \leftarrow F_2$

$5\ cm \leftarrow F_3$

ما هي إذن شدة $\vec{F}_1$ ، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$

هل بإمكاننا، بواسطة هذا النابض، قياس شدة قوة أعطت له إطالة تساوي 80 cm ؟ لمـــاذا ؟

الحـــل :



أ ـــ الكتلة m في حالة توازن تحت :

ـــ تأثير النابض ونقرن به القـــوة $(A,\vec{T})$.

ـــ تأثير الأرض ونقرن به القوة $(G,\vec{P})$.

ب ـــ شرط التوازن هو : $\vec{T} + \vec{P} = \vec{0}$

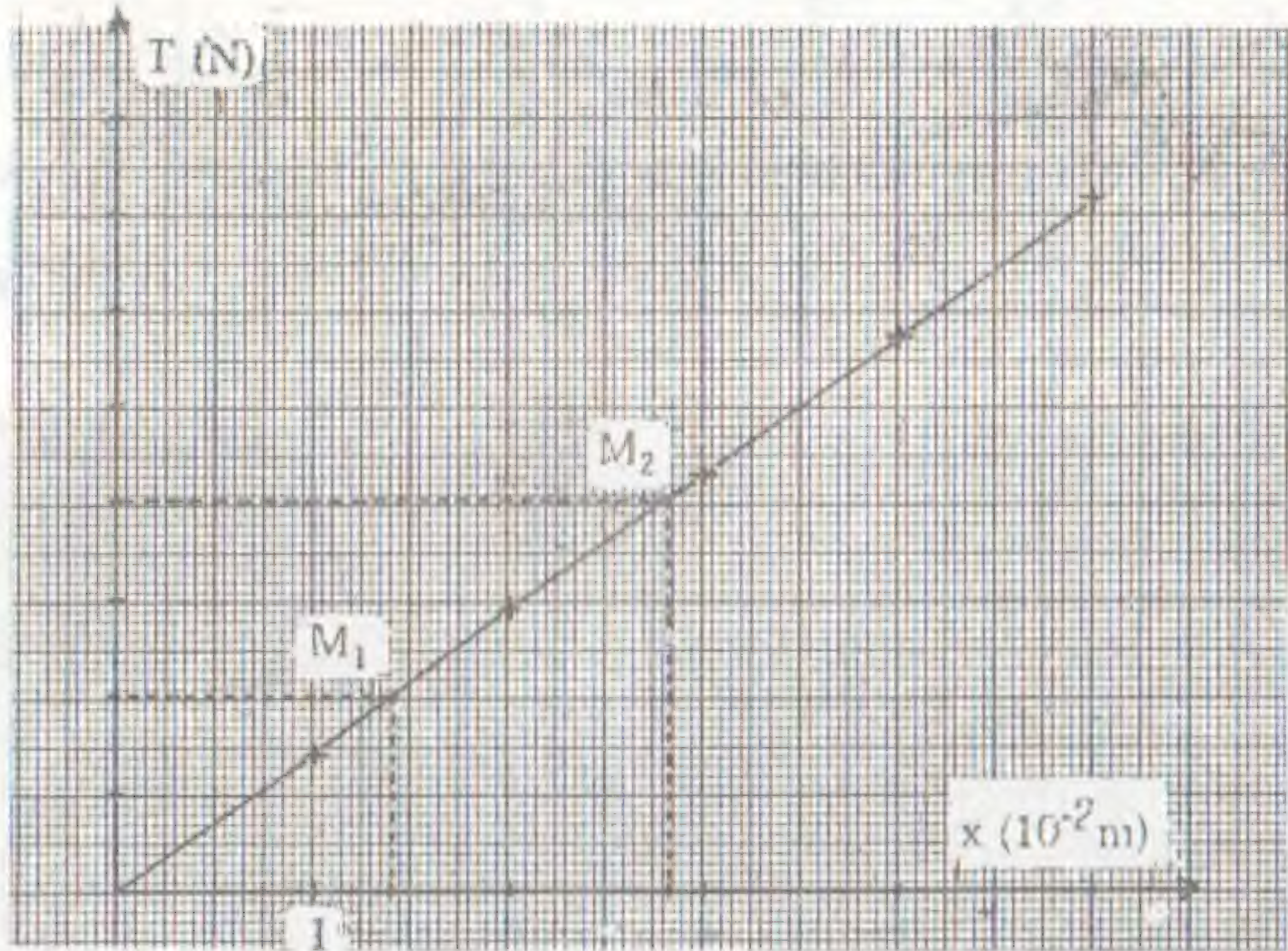
إذن $\|\vec{T}\| = \|\vec{P}\|$

بما أن : $\|\vec{P}\| = m.g$

فإن : $\| \vec{T} \| = T = m.g$

ومن الجدول (1)، يمكننا أن نستنتج توتر النابض لكل إطالة x وفيما يلي تتمة الجدول (2).

$m\ (10^{-3}kg)$	0	100	200	300	400	500
$T_{(N)}$	0	1	2	3	4	5
$x\ (10^{-2}m)$	0	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1



نلاحظ أن منحنى تغير التوتر T بدلالة x لهذا النابض مستقيم، ومن ثمة نستنتج ان توتر النابض يتناسب وإطالته.

ونكتب : $T = K.x$

T (N) x (m)

K هو المعامل الموجه للمستقيم وللحصول على قيمته نأخذ على المبيان نقطتين M_1 و M_2.

مثلا : $M_1(2.10^{-2}\ ,\ 1{,}4)$ و $M_2(4.10^{-2}\ ,\ 2{,}8)$

إذن : $$K = \frac{2{,}8 - 1{,}4}{4.10^{-2} - 2.10^{-2}}$$

تطبيق عددي : $K = 70 . N.m^{-1}$

ــ صيغة T بدلالة x هي :

$$T = 70 . x \quad (*)$$

ج ــ من المبيان نستنتج قيم F_1 ، F_2 و F_3 مباشرة ونجد :

$F_1 = 0,7 N$ $F_2 = 1,4 N$ $F_3 = 2,1 N$

من المعروف أنه لا يمكن إطالة نابض أكثر من $2l_0$، والتي تمثل في الغالب الحد الأقصى لمرونته ؛ وعلى هذا الأساس لا يمكن تحديد التوتر الموافق للاطالة 80 cm باستعمال العلاقة (*)

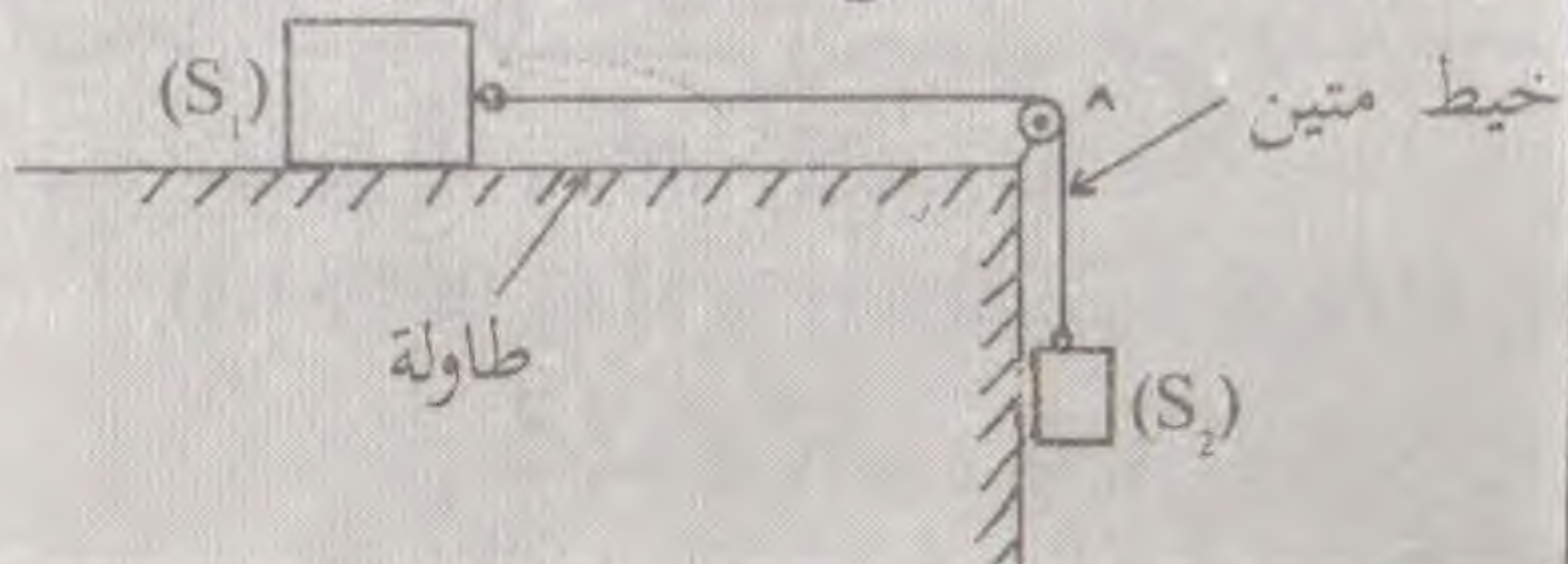
تمريــن رقم 5

الجسمان الصلبان (S_1) و (S_2) مربوطان فيما بينهما بخيط، ذي كتلة جد ضعيفة وغير مدود يمر عبر البكرة (P)، ذات كتلة جد ضعيفة أيضاً، والتي يكْمُن دورها في تغيير اتجاه القوة.

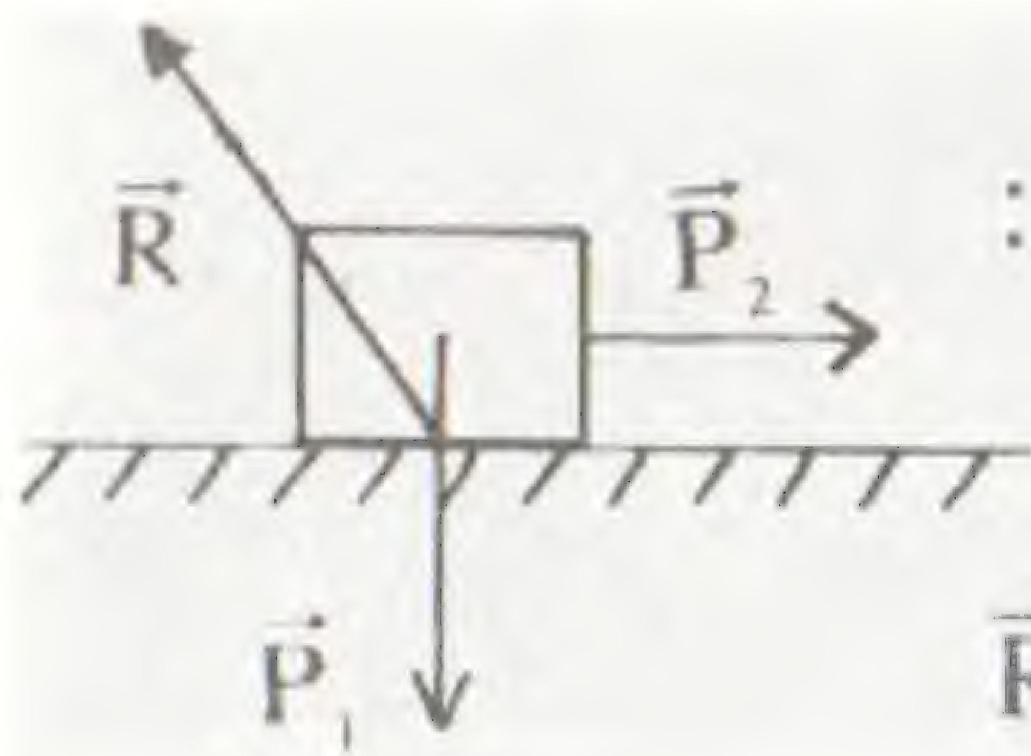
(S_1) موضوع على سطح طاولة أفقية كما في الشكل (1).

للتطبيق العددي نعطي $M_1 = 400 g$ و $M_2 = 200 g$.

في حالة توازن (S_1)، احسب قيمة معامل الاحتكاك μ بين قاعدة (S_1) وسطح الطاولة



الحـــل :

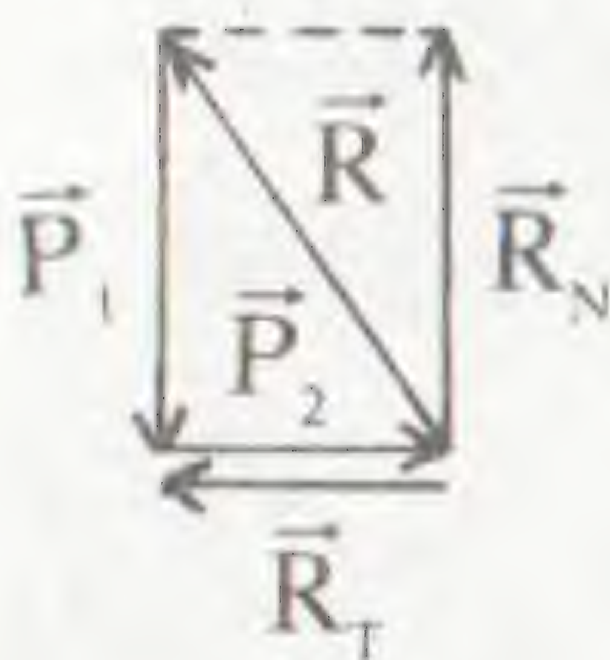


بما أن (S_1) يوجد في حالة توازن فلدينا :

$$\vec{R} + \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{0}$$

كما أن $\vec{R}$ تنقسم إلى قوتين : $\vec{R}_N$ و $\vec{R}_T$

يتجلى من خلال هذا أن : $R_N = P_1$ و $R_T = P_2$



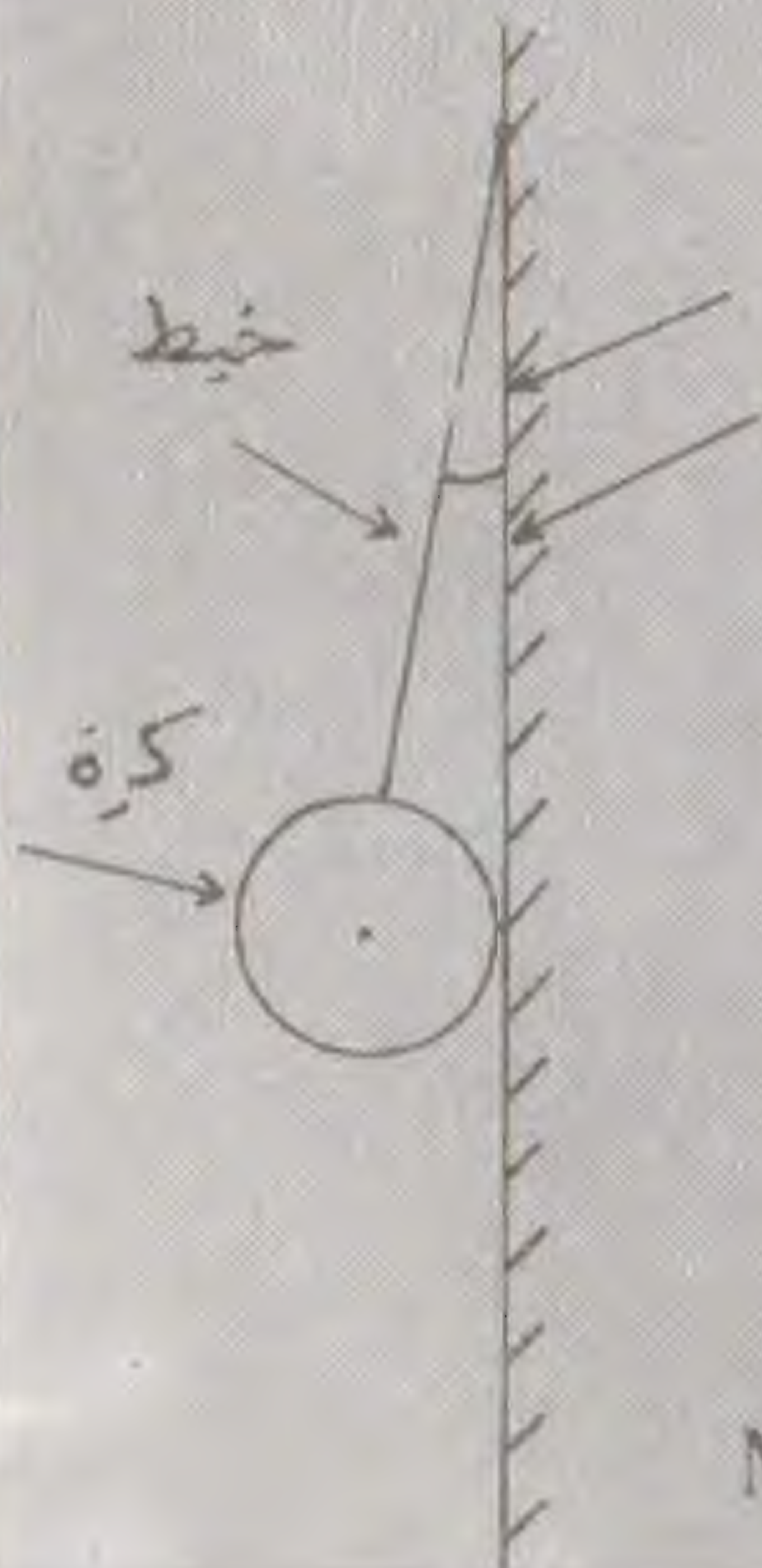
وبما أن : $R_T = R_N \cdot \mu$

فلدينا $\mu = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{M_2}{M_1}$

تطبيق عددي : $\boxed{\mu = 0,5}$

تمريـــن رقم 6 :

لنعتبر كرة فولاذية، مربوطة بخيط، غير مدود، في النقطة الثابتة O، كما في الشكل. (الاحتكاك مهمل بين الكرة والحائط في النقطة B)



أ — بين كل القوى المسلطة على الكرة، ثم ارسم متجهاتها على الشكل.

ب — أحسب شدات القوى المسلطة على الكرة :

— من طرف الخيط

— من طرف الحائط

باستعمال المعطيات الآتية :

— كتلة الكرة : $M = 20\ g$

ـــ شدة التقالة : $g = 10\ N.Kg^{-1}$

ـــ الزاوية التي يكونها الخيط مع الحائط :

$\alpha = 30°$



الحـــل :

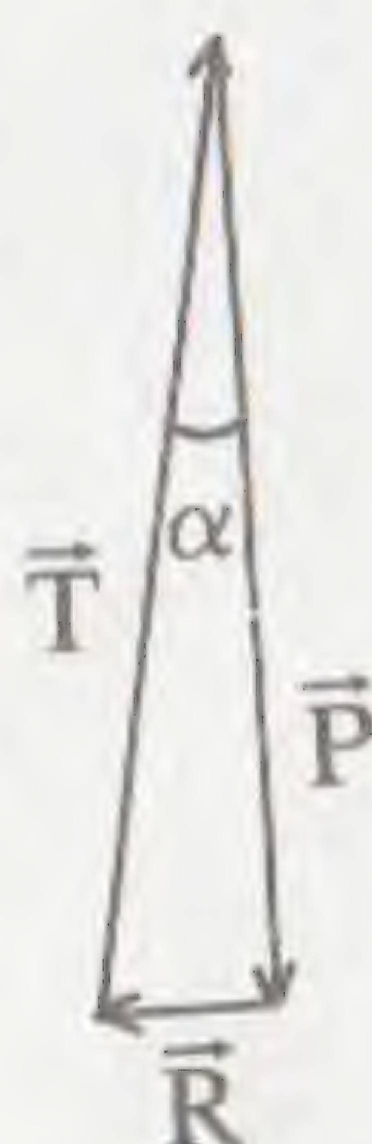
أ ـــ هناك ثلاث قوى :

$(A, \vec{T})$. القوة المسلطة من طرف الخيط ونقطة تأثيرها هي A

$(G, \vec{P})$ وزن الكرة، ونقطة تأثرها هي G

$(B, \vec{R})$ رد فعل الحائط، ونقطة تأثيرها هي B.

ب ـــ بما أن الكرة في حالة توازن، فإن مضلع القوى يكون مغلقا إذن لدينا :



$$tg\alpha = \frac{R}{P}$$

أي : $R = Ptg\alpha$

وكذلك :

$\cos\alpha = \frac{P}{T}$ أي $\boxed{T = \frac{P}{\cos\alpha}}$

التطبيق العددي : $\alpha = 30°$

$g = 10\ N.Kg^{-}$

$m = 20\ g$

$R = 0{,}11\ N$

$T = 0{,}23\ N$

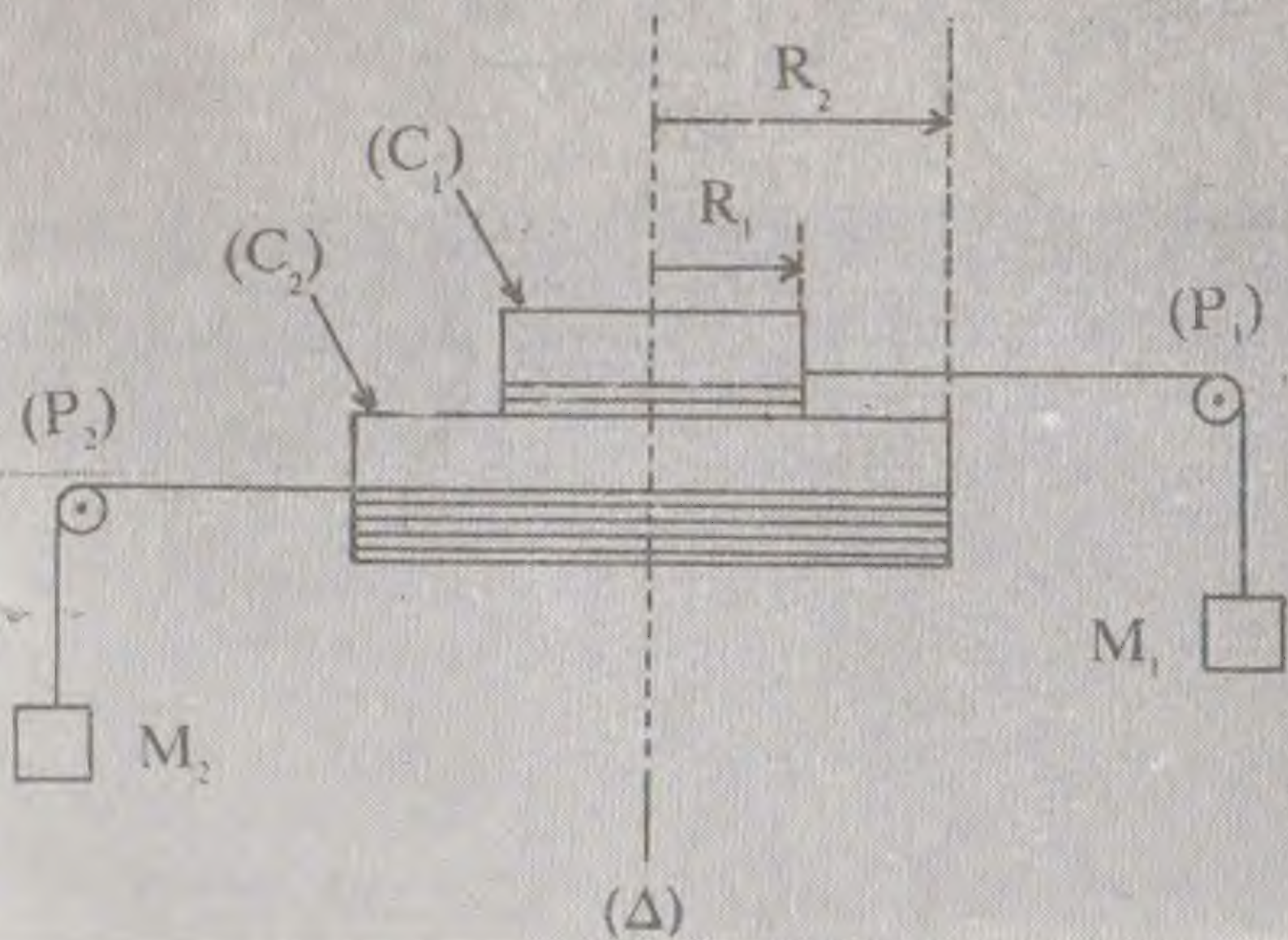
تمريــن رقم 7 :

جسم صلب (S) مكون من أسطوانتين (C_1) و (C_2) متلاصقتين فيما بينهما، ولهما على التوالي الشعاعان R_1 و R_2. حول (C_1) يلتف خيط يحمل بطرفه الآخر جسم صلب (S_1) ذو كتلة M_1 ويمر عبر البكرة (P_1) ذات كتلة مهملة، كما أن الخيط الذي يلتف حول (C_2) يمر عبر البكرة (P_2) ويحمل جسماً صلباً (S_2) ذي كتلة M_2.

نسمي $\vec{T}_1$ القوة المسلطة على (C_1) من طرف الخيط (1) ونسمي $\vec{T}_2$ القوة المسلطة على (C_2) من طرف الخيط (2).

الخيوط غير مَدودة.

أ ــ إذا كانت M_1 تساوي M_2 فهل $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ تكونان مزدوجة ؟ فإذا كانت كذلك احسب القيمة الجبرية



لعزمها بالنسبة للمحور (Δ) مع العلم أن $R_2 = 2R_1$ ،
$M_1 = M_2 = 100\ g$ ؛ $R_1 = 10\ cm$.

ب ــ الآن نعكس لف الخيط (1) على الأسطوانة C_1 ونغير (S_1) بجسم صلب (S_3) ذي كتلة M_3.

ما هي القيمة التي يجب أن تعطى للكتلة M_3 لكي يَبقى الجسم الصلب (S) في حالة توازن ؟

الحـــل :

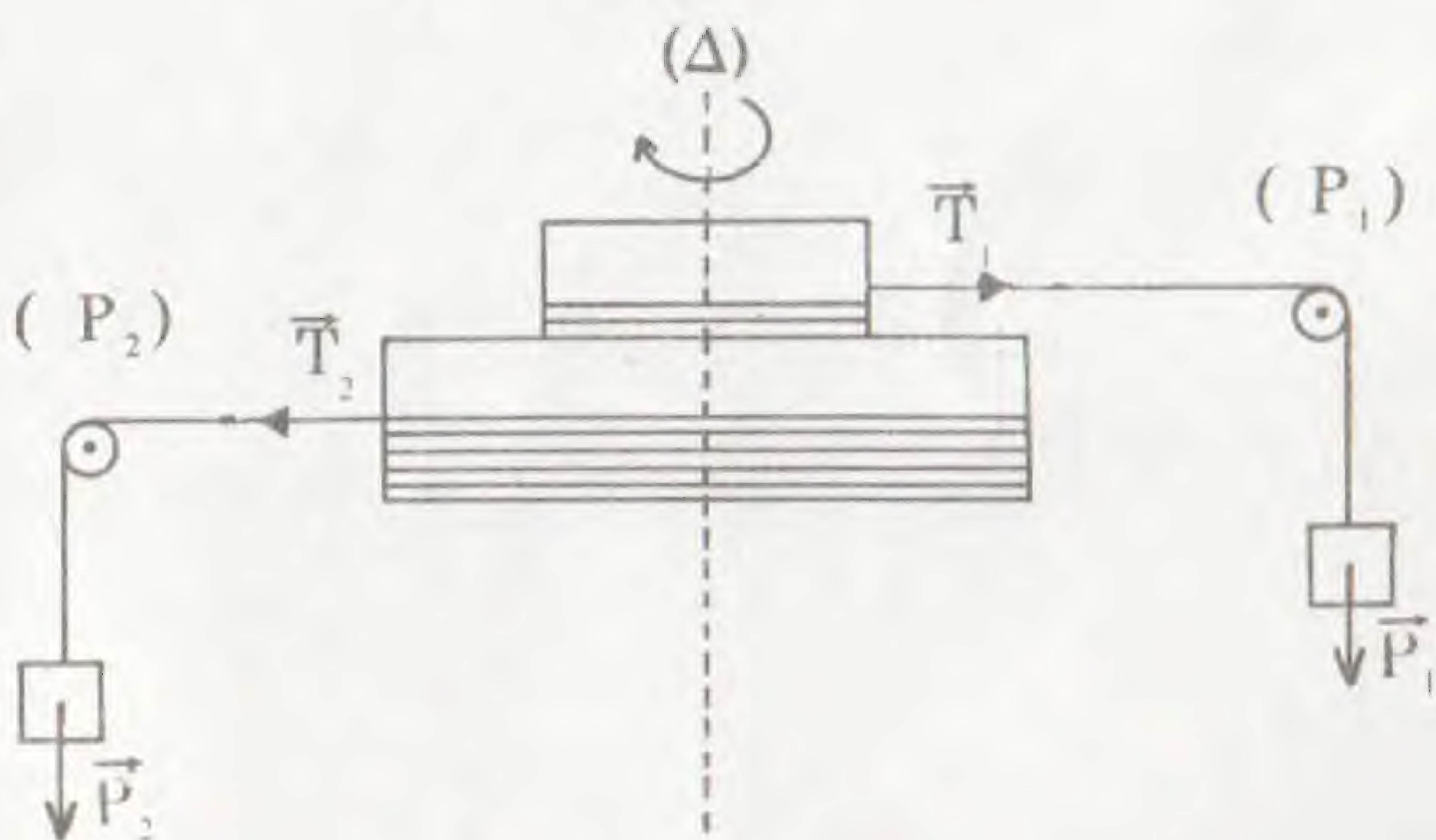
أ ــ إذا كانت $M_1 = M_2$ وعلى حسب ماورد في الشكل فإن $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ تكونان مزدوجة.

ــ القيمة الجبرية لعزم المزدوجة $(\vec{T}_2, \vec{T}_1)$ بالنسبة للمحور (Δ) :

نعرف أن : $\mathcal{M}(\vec{T}_1, \vec{T}_2)_{/(\Delta)} = T_1.R_1 + T_2.R_2$

مع $R_2 = 2R_1$

$T = T_2 = T_1 = P_1$



لدينا إذن :

$$\mathcal{M}(\vec{T}_1, \vec{T}_2)_{/(\Delta)} = 3.T.R_1.$$

تطبيق عددي :

$T = M_1 . g .$

$= 100 . 10^{-3} . 10$

$T = 1 N$

$R_1 = 10^{-1} m$

$$\boxed{\mathcal{M}(\vec{T}_1, \vec{T}_2)_{/(\Delta)} = 0,3 \ N.m}$$

ب ـــ القيمة التي يجب أن تعطى للكتلة M_3 :

في حالة توازن (S) لدينا :

$$\mathcal{M}(\vec{T}_1)_{/(\Delta)} + \mathcal{M}(\vec{T}_2)_{/(\Delta)} = 0$$

$$+ 2R_1 . T_2 - R_1 . T_3 = 0$$

$$2 R_1 . M_2 . g - R_1 . M_3 . g = 0$$

نستنتج أن : $M_3 = 2 M_2$

تطبيق عددي : $\boxed{M_3 = 200 \ g}$

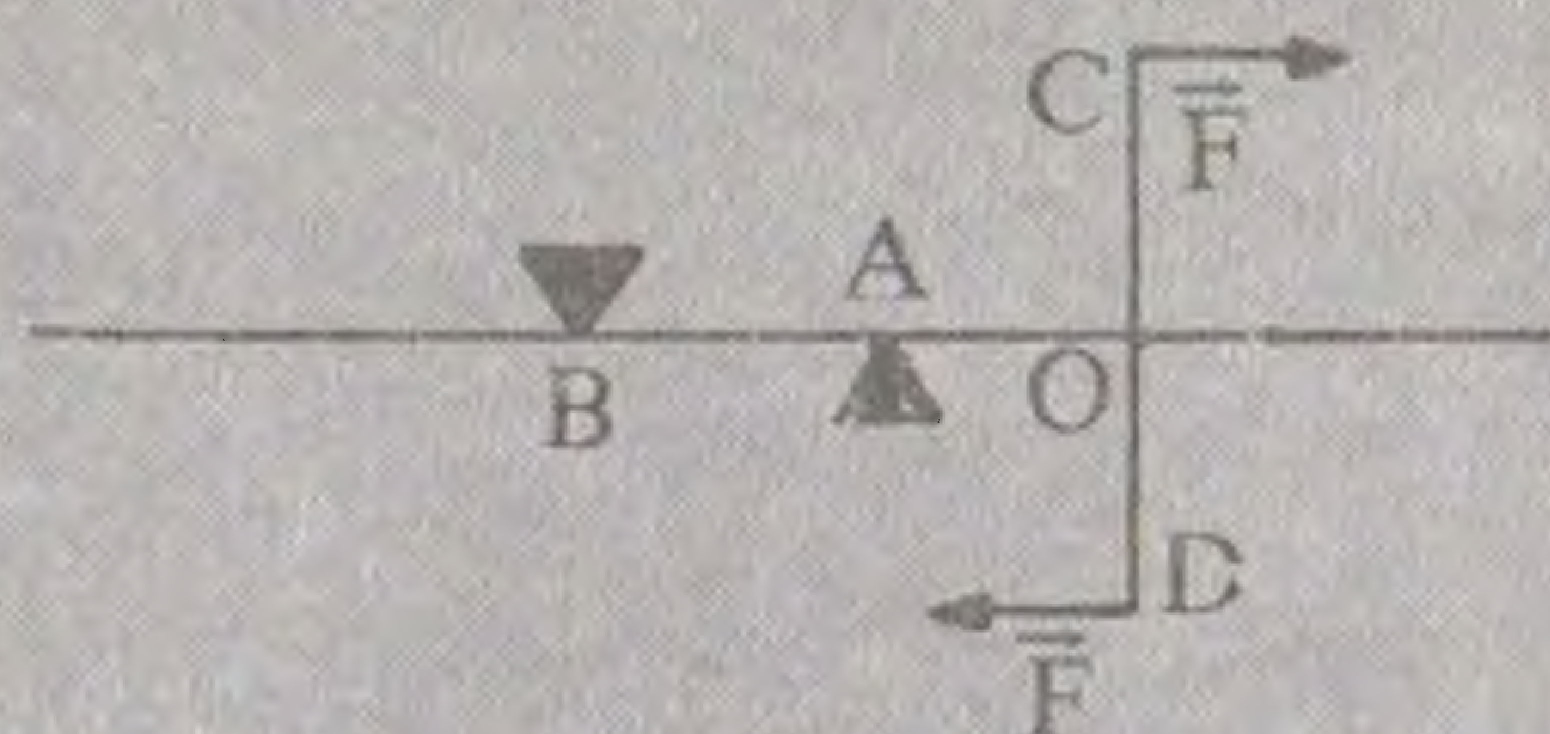
تمرين رقم 8

لثني قضيب حديدي، نضعه بين شفرتين A و B، ونثبت في النقطة O آلة (CD)، نطبق على القضيب مزدوجة قوتين. الآلة مثبتة على القضيب وهما في حالة توازن.

أ ـــ حدد طبيعة عزم القوتين $(A, \vec{F}_A)$ و $(B, \vec{F}_B)$ المقرونتين بتأثير الشفرتين على القضيب في النقطتين A

و B على التوالي، بالنسبة للمحور (Δ)، المتعامد مع (AB) و (CD) والمار من O (انظر الشكل)

المعطيات :



$AB = 10\ cm$.

$CD = 50\ cm$.

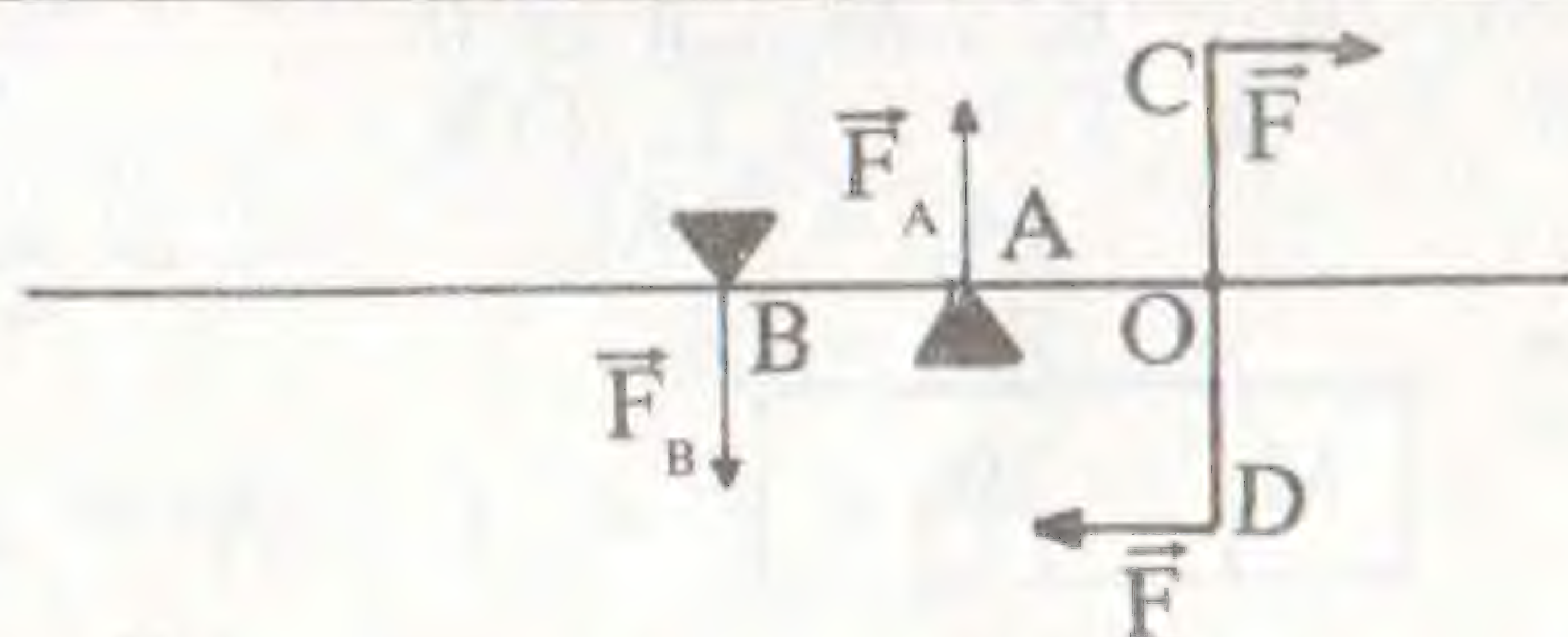
$OA = 15\ cm$.

$F = 200\ N$.

ب ــ أحسب شدتي القوتين $(A, \vec{F}_A)$ و $(B, \vec{F}_B)$.

ج ــ هل تتغير النتيجة إذا غيرنا موضع الشفرتين A و B على القضيب مع الاحتفاظ بنفس المسافة بينهما ؟ لماذا ؟

الحــل :



أ ــ لنعتبر المجموعة المكونة من القضيب والآلة المثبتة عليه.

التأثيرات الخارجية على هذه المجموعة نقرن بها القوى التالية :

ــ $(C, \vec{F})$ و $(D, \vec{F})$ التي تكون مزدوجة قوتين.

ــ $(A, \vec{F}_A)$: تأثير الشفرة A على القضيب.

ــ $(B, \vec{F}_B)$: تأثير الشفرة B على القضيب.

من شروط التوازن لهذه المجموعة :

$$\underbrace{\vec{F}_C + \vec{F}_D}_{= \vec{0}} + \vec{F}_A + \vec{F}_B = \vec{0}$$

إذن $\vec{F}_A + \vec{F}_B = \vec{0}$

أي $\vec{F}_A = -\vec{F}_B$

$$F_A = F_B$$

وبما أن خطي تأثير هاتين القوتين مختلفان ومتوازيان فإن :
$(\vec{F}_A , \vec{F}_B)$ مزدوجة قوتين وعزمها هو :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_A , \vec{F}_B) = F_A . AB.$$

ب ـــ المجموعة في حالة توازن، والشرط الثاني للتوازن هو :

$$\Sigma \mathcal{M} = 0$$

إذن : $\mathcal{M}(\vec{F}_C , \vec{F}_D) + \mathcal{M}(\vec{F}_A , \vec{F}_B) = 0$

$\mathcal{M}(\vec{F}_C , \vec{F}_D)$: عزم المزدوجة $(\vec{F}_C , \vec{F}_D)$

$\mathcal{M}(\vec{F}_A , \vec{F}_B)$: عزم المزدوجة $(\vec{F}_A , \vec{F}_B)$

لكتابة العلاقة نختار منحى موجبا للدوران ونحصل على :

$$-F_B.OB + F_A . OA - F . CD = 0$$

وبما أن : $F_A = F_B$

تصبح العلاقة : $(F_A (OA - OB) - F.CD = 0$

أي : $F_A . AB - F . CD = 0$

ومن هذه العلاقة نستنتج صيغة F_A :

$$F_A = F \cdot \frac{CD}{AB}$$

تطبيق عددي :

$$F_A = 200 \cdot \frac{50 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$F_A = 1000 \text{ N}$$

$$F_B = F_A = 1000 \text{ N}$$

ج — العلاقة (3) تبين أن قيم F_B و F_A لا تتغير مع بُعْدِ المحور (Δ) عن الشفرتين A و B إذا كانت المسافة AB ثابتة، لأن عزم مزدوجة قوتين، بصفة عامة، مستقل عن موضع المحور(Δ).

تمريـن رقم 9 :

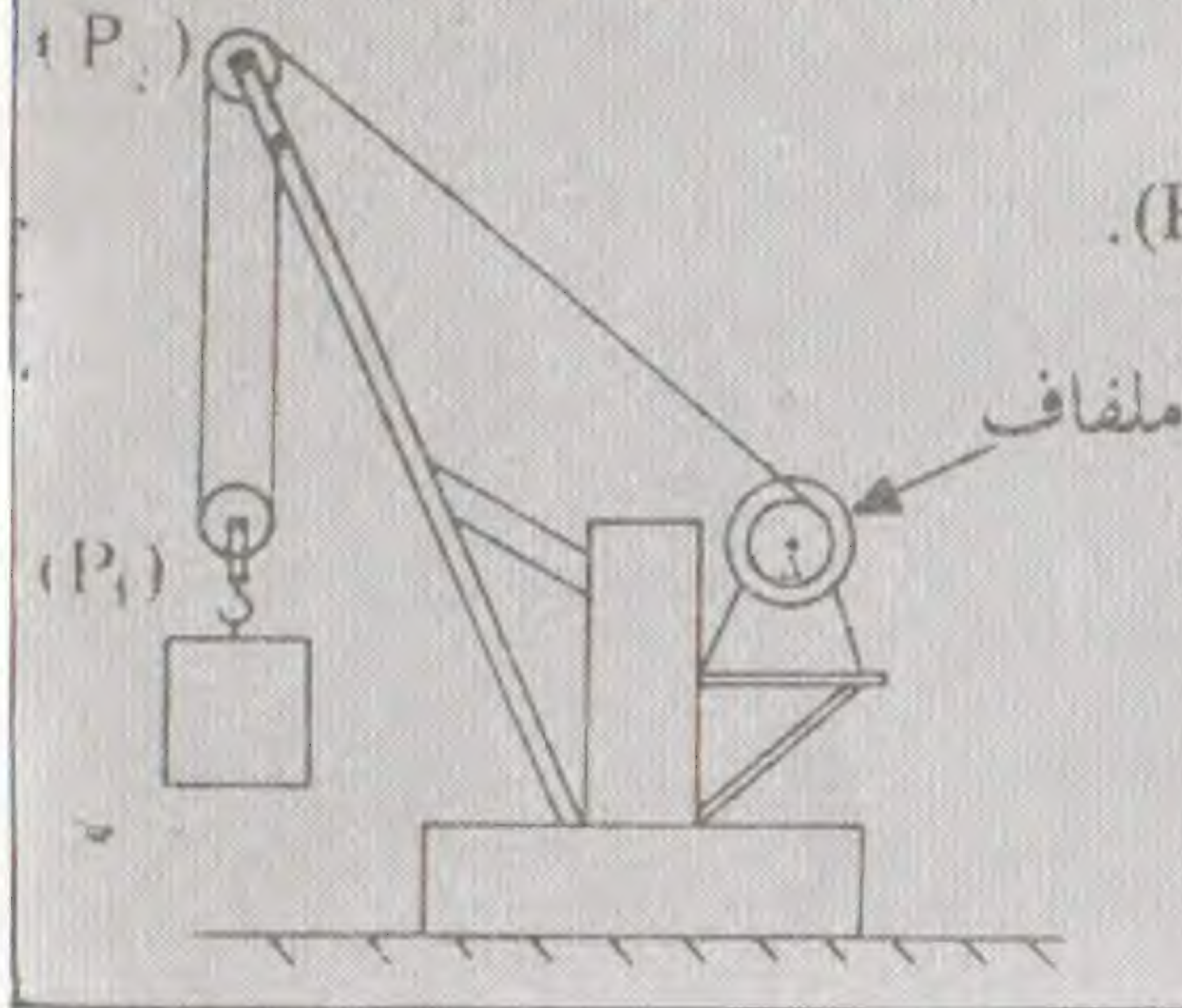
في الشكل أسفله، تبسيط لمبدأ رافعة مكونة من بكرتين (P_1) و (P_2) كتلتهما مهملة يمر على مجريهما حبل غير مَدود، ذو كتلة مهملة، بالنسبة للجسم الذي يراد رفعه وكتلته $M = 120$ Kg. يدار الحبل بواسطة ملفاف، محوره (Δ) أفقي، شعاع أسطوانته $r = 10$ cm وطول مدورتـه $d = 50$ cm. (شدة الثقالـة $g = 10 \text{ N.Kg}^{-1}$).

1) ما هي القوى المقرونة بالتأثيرات على البكرة (P_1)

2) ما هي العلاقة بين توتر الحبل وشدة وزن الجسم المرفوع إذا كان هذا الأخير في حالة توازن بعيدا عن سطح الأرض، وإذا أهملنا تأثيرات الاحتكاك.

3) استنتج شدة القوة $(M,\vec{F})$ المطبقة على مدورة الملفاف لكي يبقى الجسم المرفوع في حالة توازنه السابق الذكر.

ما هو دور البكرة (P_1).

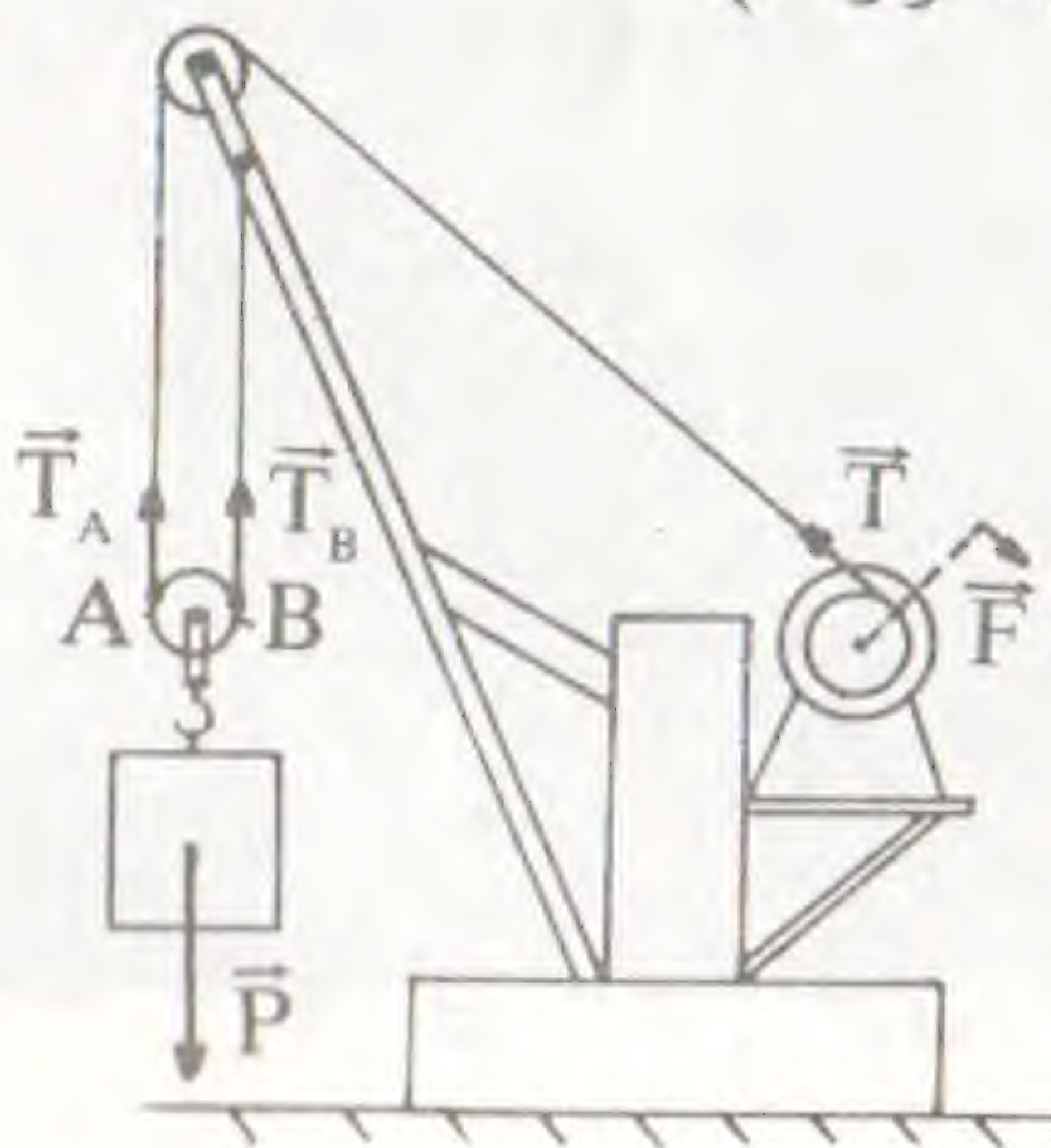


الحـــل :

1) البكرة (P_1) في توازن تحت :

ــ تأثير الجسم المرفوع ونقرن به قوةً شدتُها تساوي شدة وزن الجسم، ولهما نفس الخصائص.

ــ تأثير الحَبل في A و B ونقرن به $(A,\vec{T}_A)$ و $(B,\vec{T}_B)$، وبما أن الحبلَ غير مدود وكتلته مهملة بالنسبة لوزن الجسم، فإن $\vec{T}_A = \vec{T}_B$ (طرفي الحبل متوازيان)



2) شرط توازن (P_1).

$$\vec{T}_A + \vec{T}_B + \vec{P} = \vec{0}$$

أي : $2\vec{T}_A + \vec{P} = \vec{0}$

و $\vec{T}_A = \vec{T}_B$

إذن : $T_A = T_B = \frac{P}{2}$

تطبيق عددي : $T_A = \frac{120.10}{2} = 600$

$T_A = T_B = 600\ N$

3) الملفاف في حالة توازن تحت :

ــ تأثير توتر الخيط ونقرن به قوة ذات متجهة $\vec{T}$.

ــ تأثير المدورة المقرون بالقوة $(M, \vec{F})$.الشرط الثاني لتوازن الملفاف:

$$\mathcal{M}(\vec{F})_{/\Delta} - \mathcal{M}(\vec{T})_{/\Delta} = 0 \qquad (*)$$

مع :

$$\mathcal{M}(\vec{F})_{/\Delta} = F.d$$

$$\mathcal{M}(\vec{T})_{/\Delta} = T.r$$

الحبل متوتر إذن : $T = T_A = T_B$

من العلاقة (*) نستنتج أن :

$$F = \frac{r}{d} . T$$

تطبيق عددي : $T = T_A = 600\ N$

$r = 10.10^{-2}\ m$

$d = 50\ .\ 10^{-2}\ m$

$$\boxed{F = 120\ N}$$

إذا ما قارنّا شدة وزن الجسم P بتوتر الحبل T نلاحظ أن $T = \frac{P}{2}$

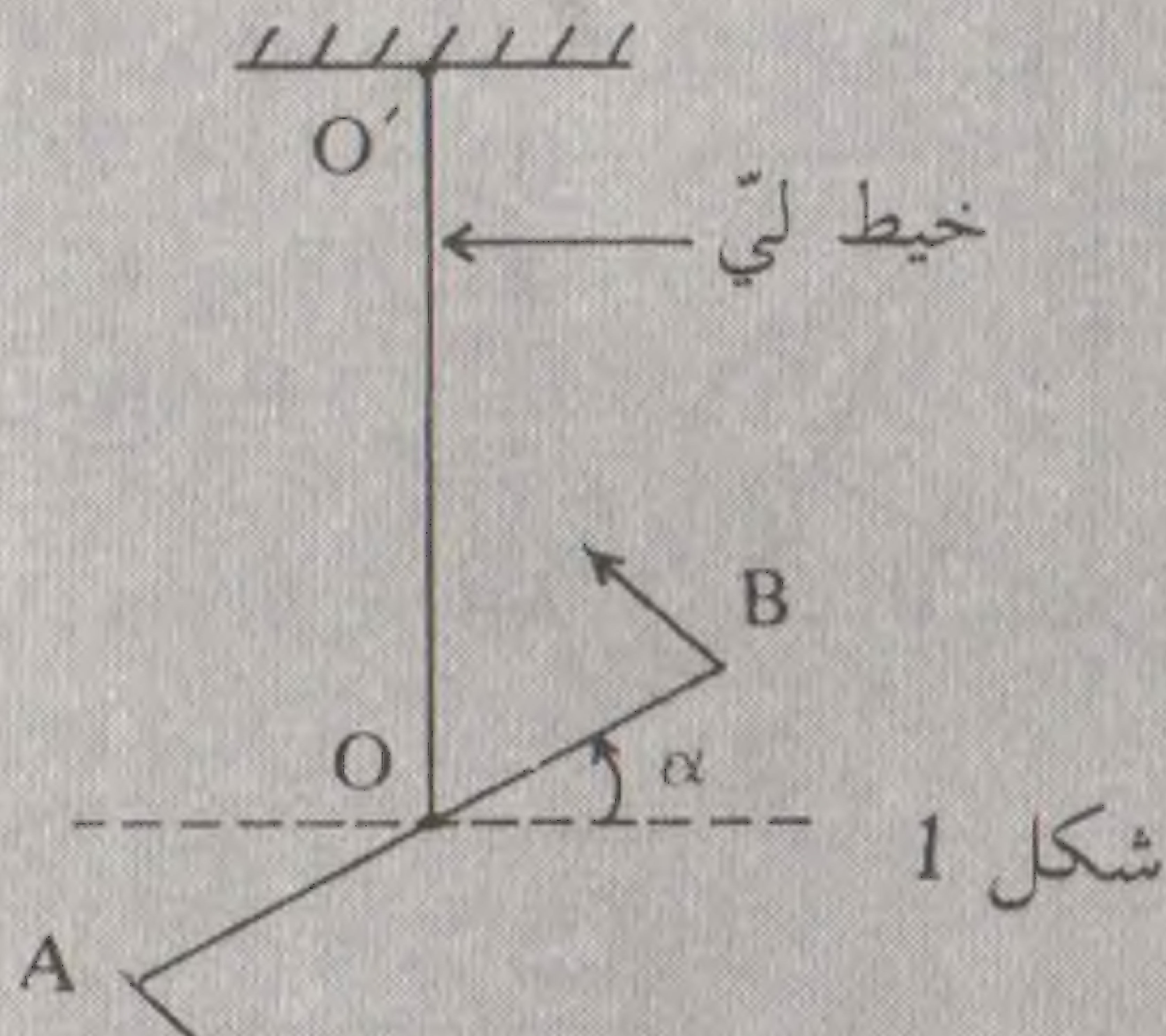
أما بدون البكرة (P_1) فإن التوتر T يساوي وزن الجسم المرفوع أي أن شدة القوة F في هذه الحالة يجب أن تكون ضعف شدتها في الحالة الأولى.

تمرين رقم 10 :

خيط لَيٍّ طوله l وذو ثابتة لَيٍّ C، مربوط من جهة في النقطة ʹO ومن الأخرى في النقطة O، أي وسط «القضيب» AB. بجهاز خاص نتمكن من تسليط مزدوجة $(\vec{F_1}, \vec{F_2})$ على AB بحيث تكون $\vec{F_1}$ و $\vec{F_2}$ في مستوى أفقي.

في حالة توازن القضيب AB نلاحظ أنه قد دار بزاوية α قيمتها 30°.

أ ــ علما أن شدة $\vec{F_1}$ تساوي 1 N وطول القضيب AB يساوي 20 cm آحسب قيمة C.



شكل 1

ب ــ نغير الشكل 1 بوضع القضيب AB في وسط الخيط كما نربط طرفي هذا الأخير في النقطتين الثابتتين ″O و ′O ونسلط مزدوجة قوتين بنفس الطريقة كما سبق، ثم دار القضيب بزاوية ′α قيمتها 15°.

في حالة التوازن احسب عزم مزدوجة اللّي الاجمالية

باستعمال العلاقة :

$$C = K . \frac{d^4}{l}$$

بحيث :

d: مقطع خيط اللّي المستعمل.

l: طول خيط اللّي المستعمل.

K: خاصية مادة خيط اللّي.

الحــل :

أ ــ في حالة توازن المجموعة المكونة من القضيب وخيط اللَّي يكون لدينا :

$$\mathcal{M}(\vec{F}_1, \vec{F}_2)_{/OO'} + \mathcal{M}\vec{\mathcal{C}}_{/O'O} = 0$$

مع $(F_1 = F_2 = F)$

$$F . AB - C . \alpha = 0$$

ونستنتج أن : $C = \dfrac{F.AB}{\alpha}$

تطبيق عددي : $AB = 20 \text{ cm}$

$F = 1 \text{ N}$

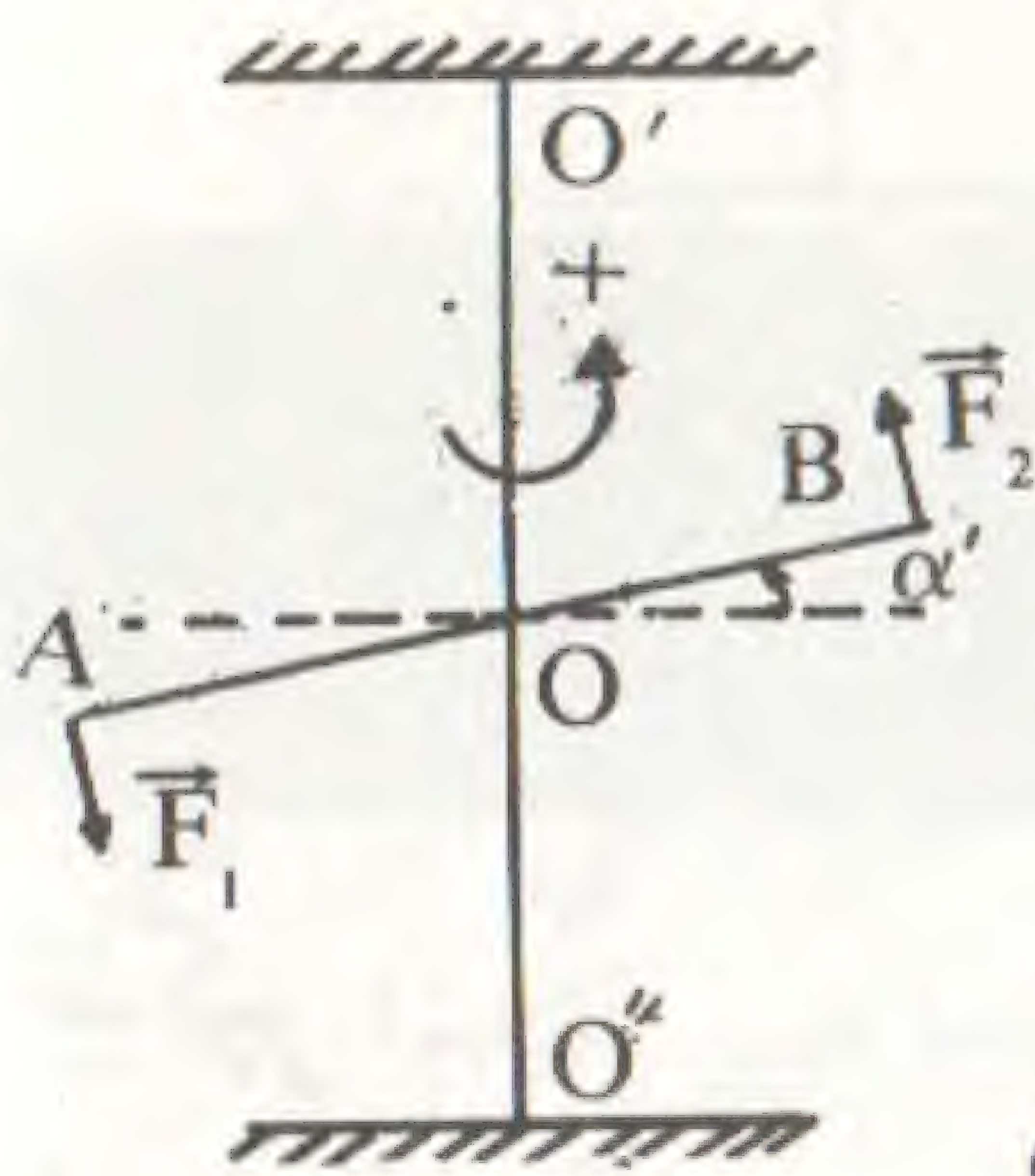
$\alpha = \dfrac{\pi}{6} \text{ rd}$

$$\boxed{C \simeq 0,4 \text{N.m}}$$

ب ــ في هذه الحالة كل من نصفي الخيط يسلطان على القضيب مزدوجة، ولعزمهما نفس الاتجاه.

لدينا إذن : $\mathcal{M}\mathcal{C}_{/OO''} = - C_1 \alpha' - C_2 . \alpha'$

$$= - (C_1 + C_2).\alpha'$$



ونعلم أن : $C = K.\dfrac{d^4}{\ell}$

إذن $C_1 = K.\dfrac{d^4}{\dfrac{\ell}{2}}$

و $C_2 = K.\dfrac{d^4}{\dfrac{\ell}{2}}$

نستنتج أن :

$$C_1 + C_2 = 4.K.\frac{d^4}{\ell} = 4.C$$

تطبيق عددي :

$$C_1 + C_2 = 1,6\ N.m$$

$$\alpha' = \frac{\pi}{12}(rd)$$

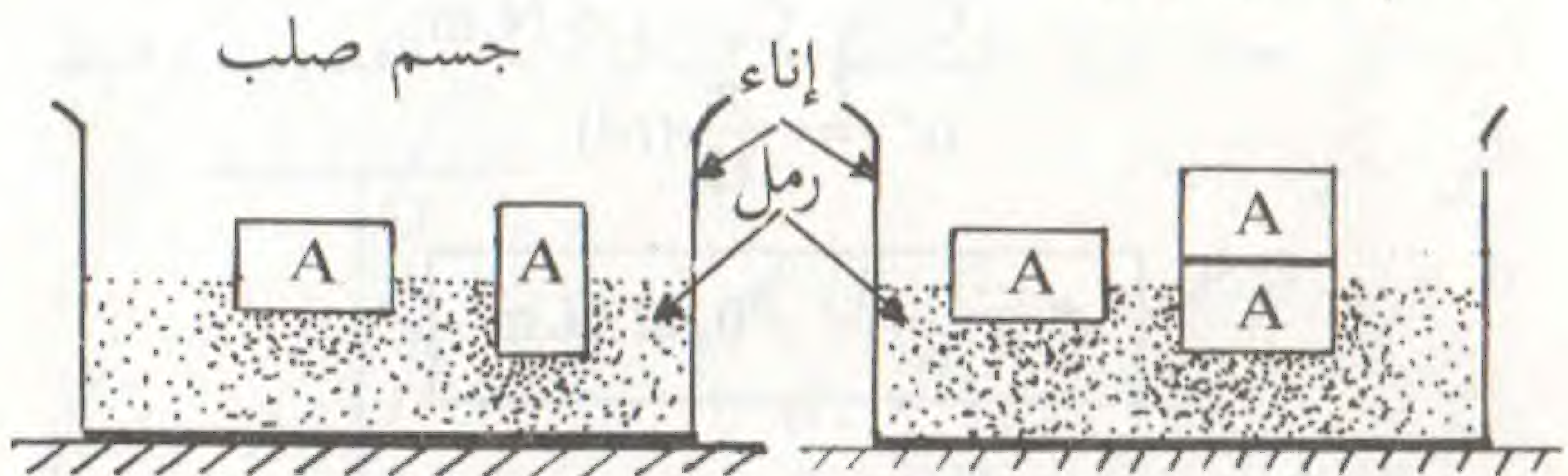
$$\boxed{\mathcal{M}.\vec{\mathcal{C}}_{/OO''} = -0,42\ N.m}$$

القوى التي يطبقها جسم مائع
في حالة توازن

تذكير :

★ تعريف الضغط

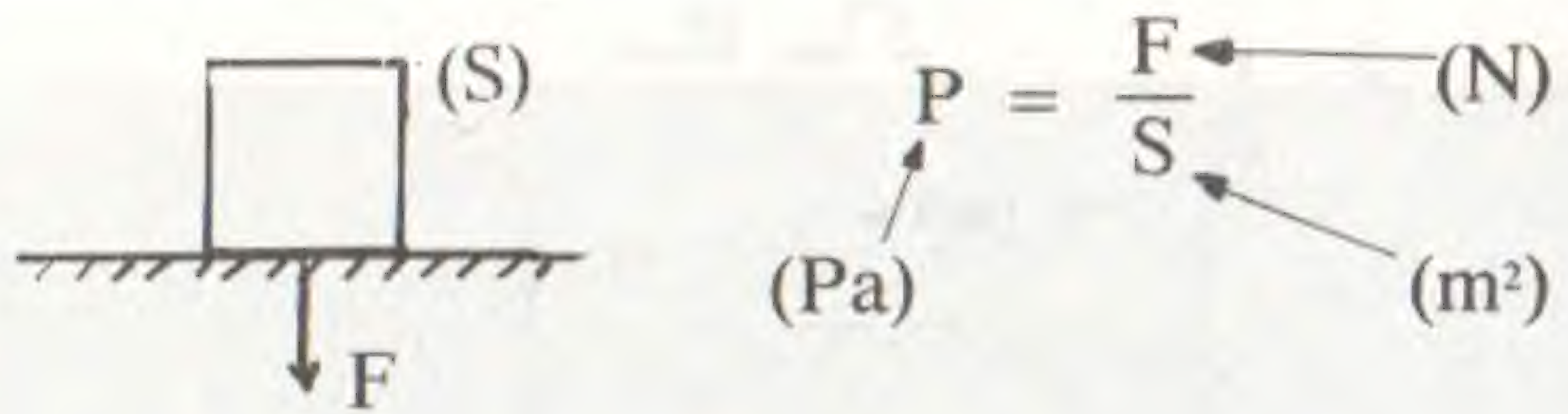
جسم صلب (A)



الشكل (ب) الشكل (أ)

ـــ في الرسم (أ) نلاحظ ان أثر الجسم الصلب (A)، يزداد عمقا كلما اشتدت القوة الضاغطة أي شدة وزن الجسم

ـــ وفي الرسم (ب)، نلاحظ ان اثر الجسم يزداد عمقا، على الرمل، كلما صغرت مساحة التماس بين الجسم وسطح الرمل. اذا في كلتا الحالتين، نقول ان الرمل تحمل ضغطا من طرف الجسم الصلب (A) وبصفة عامة، عندما يحدث جسم صلب (A) ضغطاً على جسم صلب آخر (B)، بواسطة قوة ضاغطة $\vec{F}$ ذات اتجاه متعامد. مع سطح الرمل يمكن تعريف الضغط كما يلي :



ملحوظات :

ـــ اتجاه القوة الضاغطة يكون دائما عموديا في كل نقطة على سطح التماس بين الجسمين الساكنين كيفما كانت طبيعتهما.

ـــ الضغط الجوي والضغط الظاهر

$$Pe = Pa - Patm$$

ضغط ظاهر ضغط فعلي

★ المبدأ الأساسي للهيدروساكنة

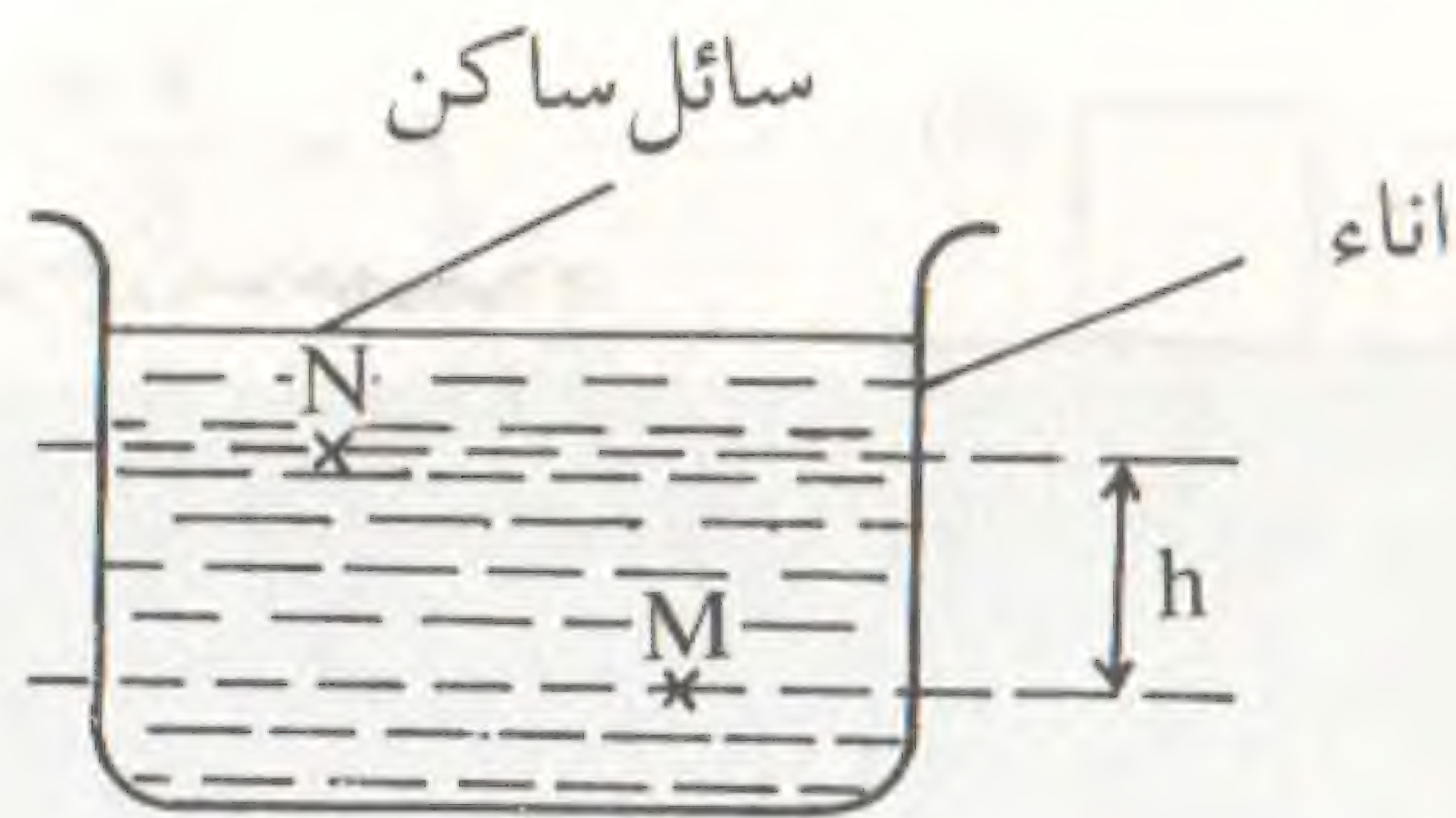
ـــ السوائل الساكنة تحدث ضغطا داخليا في كل نقطة منها.

ـــ كل سائل ساكن يحدث ضغطا في كل نقطة تنتمي إليه كما يحدثه على جدران الاناء الذي يحتويه. القانون الاساسي للهدروساكنة يُمكِّن من حساب قياس الضغط في كل نقطة من سائل، يقول هذا القانون :

« الفرق بين الضغط في النقطتين M و N من سائل ساكن، يتناسب ووزنه الحجمي ω والمسافة h الفاصلة بين المستويين الافقيين المحتويين على النقطتين M و N »

$$P_M - P_N = \omega h$$

P_M (Pa) ، P_N (Pa) ، ω $(N.m^{-3})$ ، h (m)



نستنتج من هذا القانون ما يلي :

ــ قياس الضغط يكون متساويا لكل نقط مستوى افقي من سائل ساكن

ــ قانون باسكال :

« كل تغير يحدث في الضغط عند نقطة من سائل ساكن، ينتقل بنفس الكمية وفي جميع الاتجاهات إلى كل نقط هذا السائل.»

★ **قانون ارخيميدس :**

كل جسم صلب مغطوس كليا داخل ساكن يتحمل، من طرف هذا السائل، قوة تعادل شدتها، شدة وزن السائل المزاح، اتجاهها عمودي، ذات منحنى من اسفل إلى اعلى ونقطة تأثيرها هي مركز ثقل السائل المزاح.

هذه القوة تسمى دافعة ارخيميدس. وصيغتها هي كالتالي :

$$P = \varrho \cdot V \cdot g$$

(N) $(Kg.m^{-3})$ (m^3) $(N.Kg^{-1})$

V : حجم السائل المزاح.

g : شدة الثقالة.

ϱ : الكتلة الحجمية للسائل المزاح.

تمرين رقم 1

قطعة فلزية على شكل متوازي المستطيلات لها الابعاد التالية $a = 1\ m$ ، $b = 8\ cm$ ، $c = 40\ cm$ وتزن $2496\ Kg$.

ما هو قياس الضغط الذي يتحمله سطح الأرض الافقي من طرف القطعة الفلزية في الأوضاع الثلاث الممكنة

الحل :

في الاوضاع الثلاث، وزن القطعة الفلزية هو الذي يمثل القوة الضاغطة وشدتها هي :

$$F = \|\vec{P}\| = 24960\ N$$

أ ـــ

$$S_1 = a \times b$$

$$S_1 = 0,8\ m^2$$

إذن شدة الضغط تساوي :

$$P_1 = \frac{F}{S_1}$$

$$\boxed{P_1 = 31200\ Pa}$$

ب ـــ $S_2 = 0,4\ m^2$ اذن : $\boxed{P_2 = 62400\ Pa}$

ج ـــ $S_3 = 0,32\ m^2$ اذن : $\boxed{P_3 = 78000\ Pa}$

تمرين رقم 2

أ ـــ احسب قياس الضغط الذي يتحمله سطح افقي تحت تأثير قطعة حجرية تزن $2500\ Kg$ وذات قاعدة مسطحة مساحتها : $62,5\ dm^2$.

ب ــ رجل وَزْنُهُ 80 Kg. يجلس على كرسي ذو اربع قوائم، مساحة قاعدة كل منها تساوي $5\ cm^2$.
احسب قياس ضغط كل قائم على سطح الأرض، الافقي، علما ان وزن الرجل موزع بانتظام على القوائم الأربع

ج ــ قارن بين قيمتي الضغط في السؤالين أ و ب. ماذا تستنتج ؟

الحل :

أ ــ $(N)\ F = \|\vec{P}\| = 25000$

$$S = 62{,}5\ dm^2$$

إذن
$$P = \frac{F}{S} = \frac{25\,000}{62{,}5.10^{-2}}$$

$$\boxed{P = 4.10^4\ Pa}$$

ب ــ شدة القوة الضاغطة بالنسبة لقائم واحد :

$$S' = 5\ cm^2$$

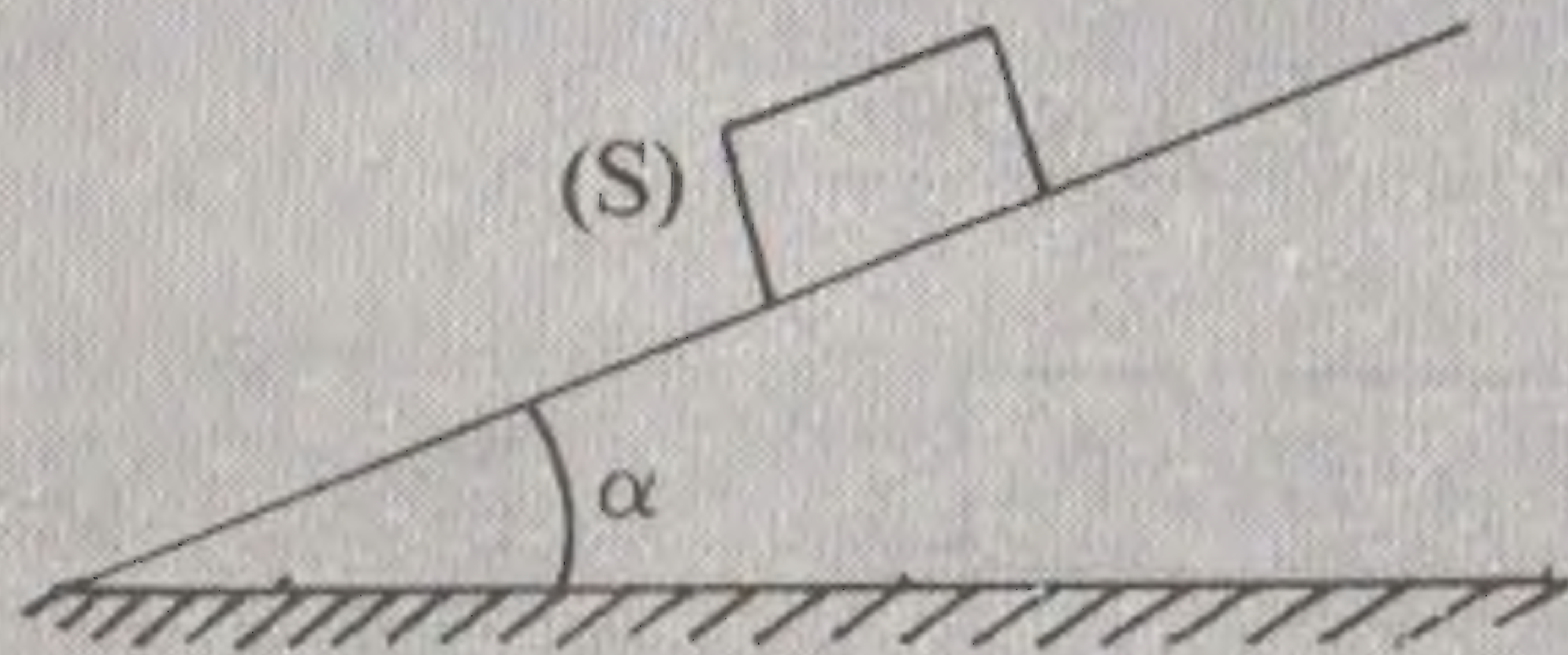
$$P' = \frac{F}{4S'}$$

$$\boxed{P' = 16.10^5\ Pa}$$

ج ــ إذا قارنا P و P′ نلاحظ ان P′ تساوي 40 مرة P وذلك يرجه إلى صغر مساحة قاعدة القائم رغم ان ثقل القطعة الحجرية جد كبير إذا قورن بثقل الرجل

تمرين رقم 3

جسم صلب (S)، متجانس مستقر على سطح مائل يُكوِّن زاوية α مع المستوى الأفقي كما في الشكل اسفله



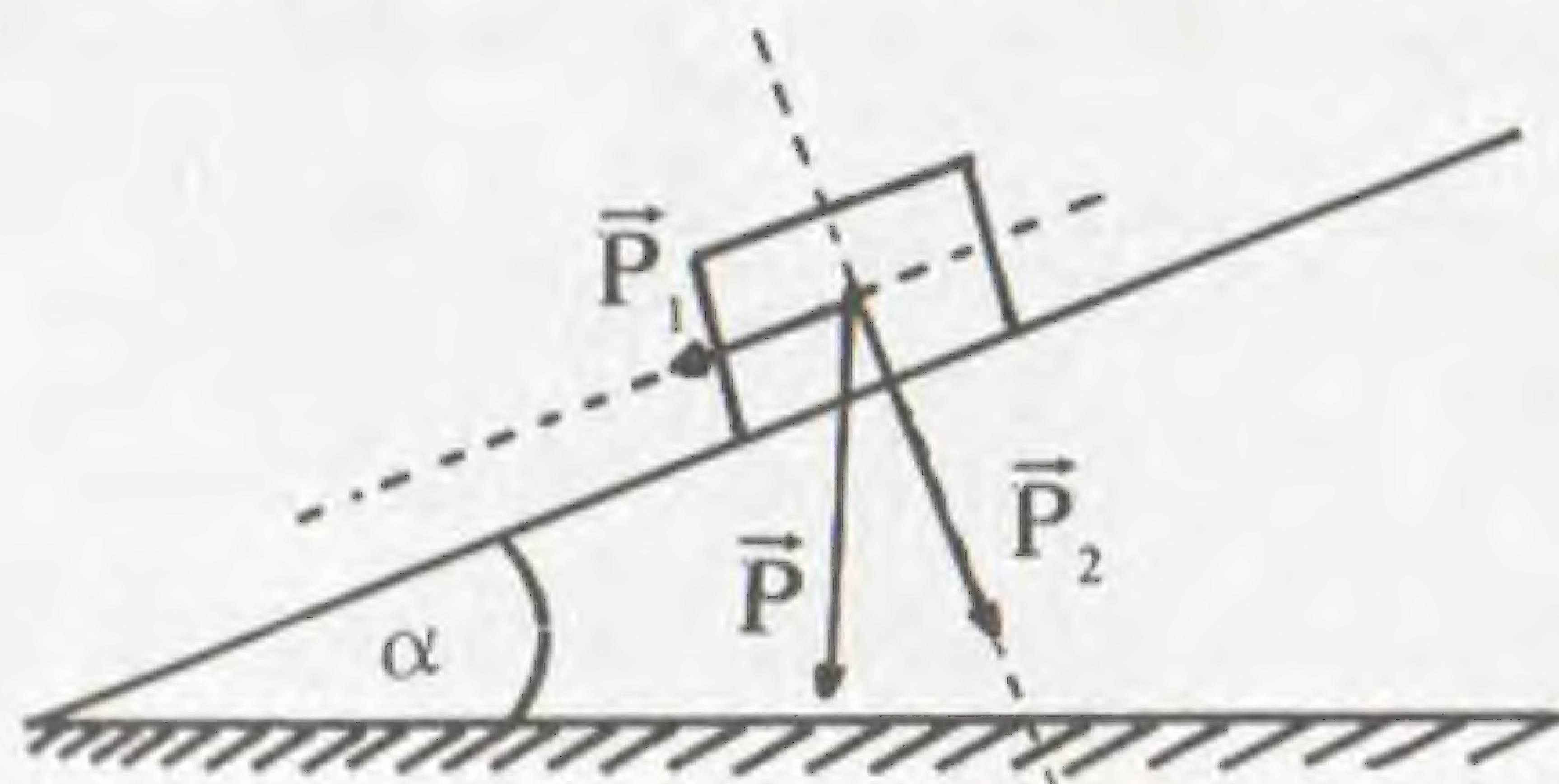
احسب قياس الضغط الذي يحدثه الجسم (S) على السطح المائل إذا كانت مساحة التماس بينهما تساوي $200\ cm^2$، ووزن الجسم يساوي 4 Kg، وقياس الزاوية α يساوي $30°$.

الحل :

في هذه الحالة، يمكن تقسيم وزن (S) الى قوتين $\vec{P}_1$ و $\vec{P}_2$ بحيث $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$

شدة هاتين القوتين هما :

$$\|\vec{P}_2\| = \|\vec{P}\| \cos \alpha \quad \text{و} \quad \|\vec{P}_1\| = \|\vec{P}\| \sin \alpha$$



بما أن خط تأثير (أتجاه) $\vec{P}_1$ متوازي مع السطح المائل، فإنها لن تحدث ضغطا عليه، وبالتالي فإن $\vec{P}_2$ هي وحدها التي تحدث الضغط P على هذا السطح. شدة الضغط :

$$P = \frac{\|\vec{P}_2\|}{S}$$

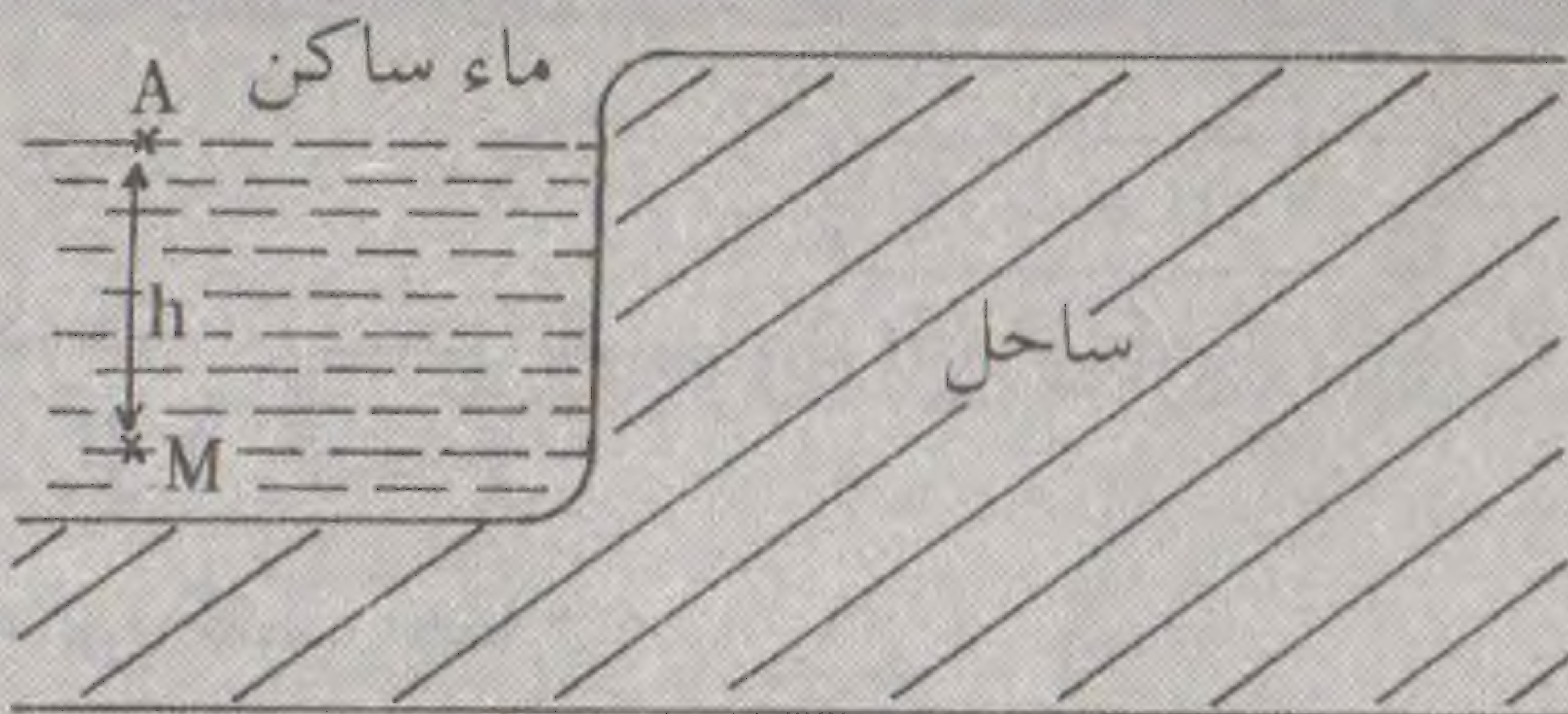
$$P = \frac{\|\vec{P}\| . \cos\alpha}{S}$$

تطبيق عددي : $\boxed{P = 1732 \text{ Pa}}$

ملحوظة :

من أجل تفادي إختلاط شدة الضغط وشدة وزن الجسم (S) فإننا رمزنا إلى هذا الأخير ب: $\|\vec{P}\|$ وتركنا الرمز P للضغط.

تمرين رقم 4



احسب شدة الضغط في النقطة M، الموجودة على العمق h، من الماء الساكن في الوضعين التاليين :

أ ــ $h = 10 \text{ m}$

ب ــ $h = 50 \text{ m}$

ونعطي : الضغط الجوي : $Patm = 10^5$ Pa
الكتلة الحجمية لماء البحر :
$\varrho = 1038$ Kg/m³
شدة الثقالة : $g = 10$ N.Kg⁻¹

الحل :

بما أن الماء ساكن، فيمكن تطبيق المبدأ الأساسي للهيدروساكنة :

$$P_M - P_A = \omega h = \varrho . g . h$$

أ ــ $h = 10$ m

$$P_M = P_A + \varrho . g . h$$
$$P_M = 2,04 . 10^5 \text{ Pa}$$
$$Patm = P_A$$

ب ــ $h = 50$ m

اذن بنفس الطريقة نجد : $P_M = 6,2.10^5$ Pa

ونلاحظ من خلال هذه النتائج انه كلما ازداد العمق، كلما ازدادت شدة الضغط، وهذا يمكن ان يشكل خطرا على الغطاسين المبتدئين، علما ان الضغط الذي تعود عليه الانسان هو الضغط الجوي : $Patm = 10^5$ Pa

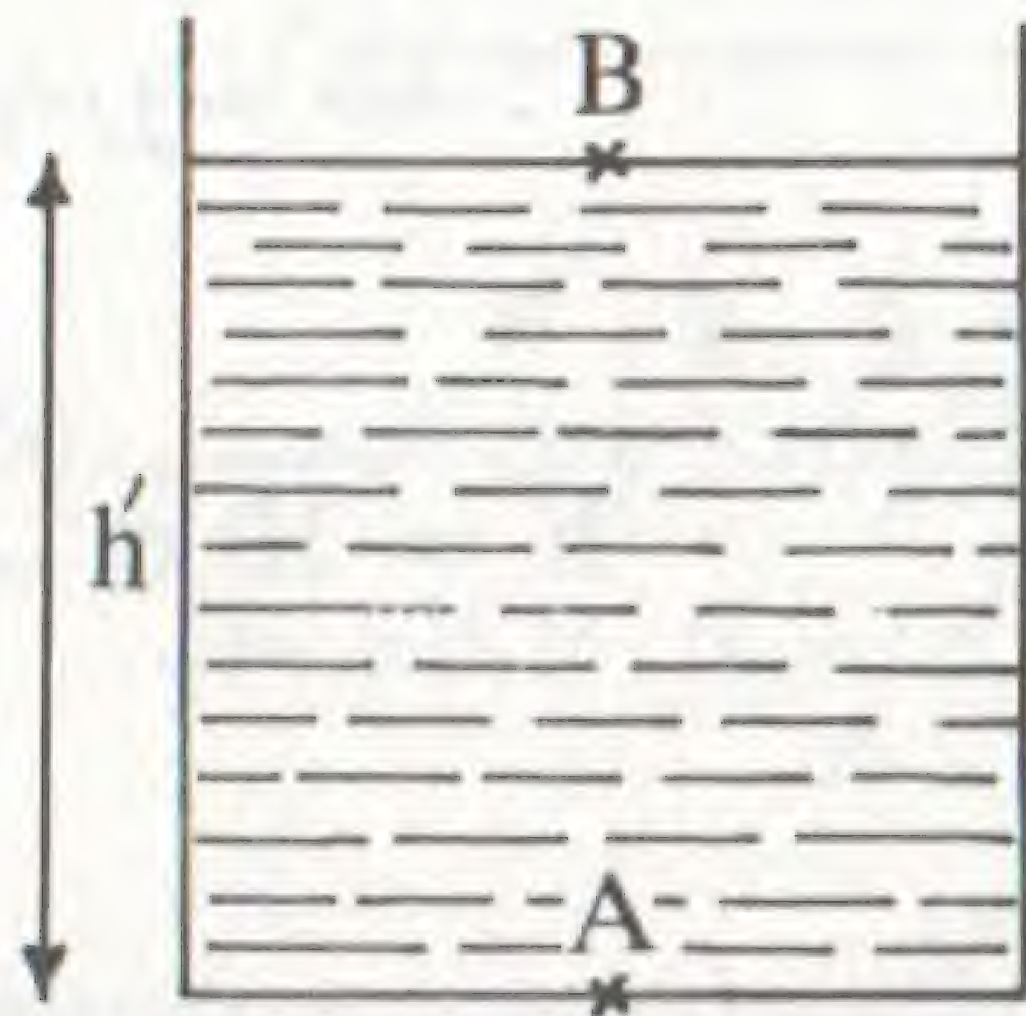
تمرين رقم 5

إناء على شكل أسطوانة، قاعدته افقية قطرها 180 cm وارتفاعه $h = 90$ cm يحتوي على 2 m³ من ماء البحر

ذو وزن حجمي يساوي $10380\ N/cm^3$. (ارتفاع الماء داخل الاناء يساوي 86,3 cm)
احسب شدة القوة الضاغطة على قعر الاناء

الحل :

نأخذ نقطتين معينتين : (A) من قعر الاناء و (B) من سطح الماء. ونطبق م.أ.هـ :



h′ = ارتفاع الماء في الاناء.

اذن $P_A - P_B = \varrho g h'$

$P_A = P_B + \varrho g h'$

$P_A = 1,09 10^5\ Pa$

وشدة القوة الضاغطة :

$F = P_A . S$ و $S = \pi R^2 = 2,54\ m^2$

$F = 1,09 10^5 \times 2,54$

$$F = 2,77 .\ 10^5\ N$$

ملحوظة :

يسمى الضغط الفعلي (Pe) للماء في نقطة معينة منه، الفرق بين الضغط الاجمالي في هذه النقطة والضغط الجوي على سطح الماء

$Pe = P_A - P_B = \varrho g h'.$

$Pe = \varrho g h'.$

في الحالة السابقة تكون شدة (Pe) :

$Pe = 8,96 . 10^3\ Pa$

$Pe < P_A .$

هذا يدل على أن شدة القوى الضاغطة على قعر الاناء لاتساوي وزن الماء، نظرا لتأثير الضغط الجوي.

تمرين رقم 6

انبوب على شكل U يحتوي على كمية من الزئبق ونظيف اليه من جهة الماء ومن الاخرى حامض الكبرتيك.

نلاحظ ان سطحي الماء وحامض الكبرتيك يوجدان في نفس المستوى الأفقي.

احسب الارتفاع H_1 علما ان $H_2 = 20\ cm$.

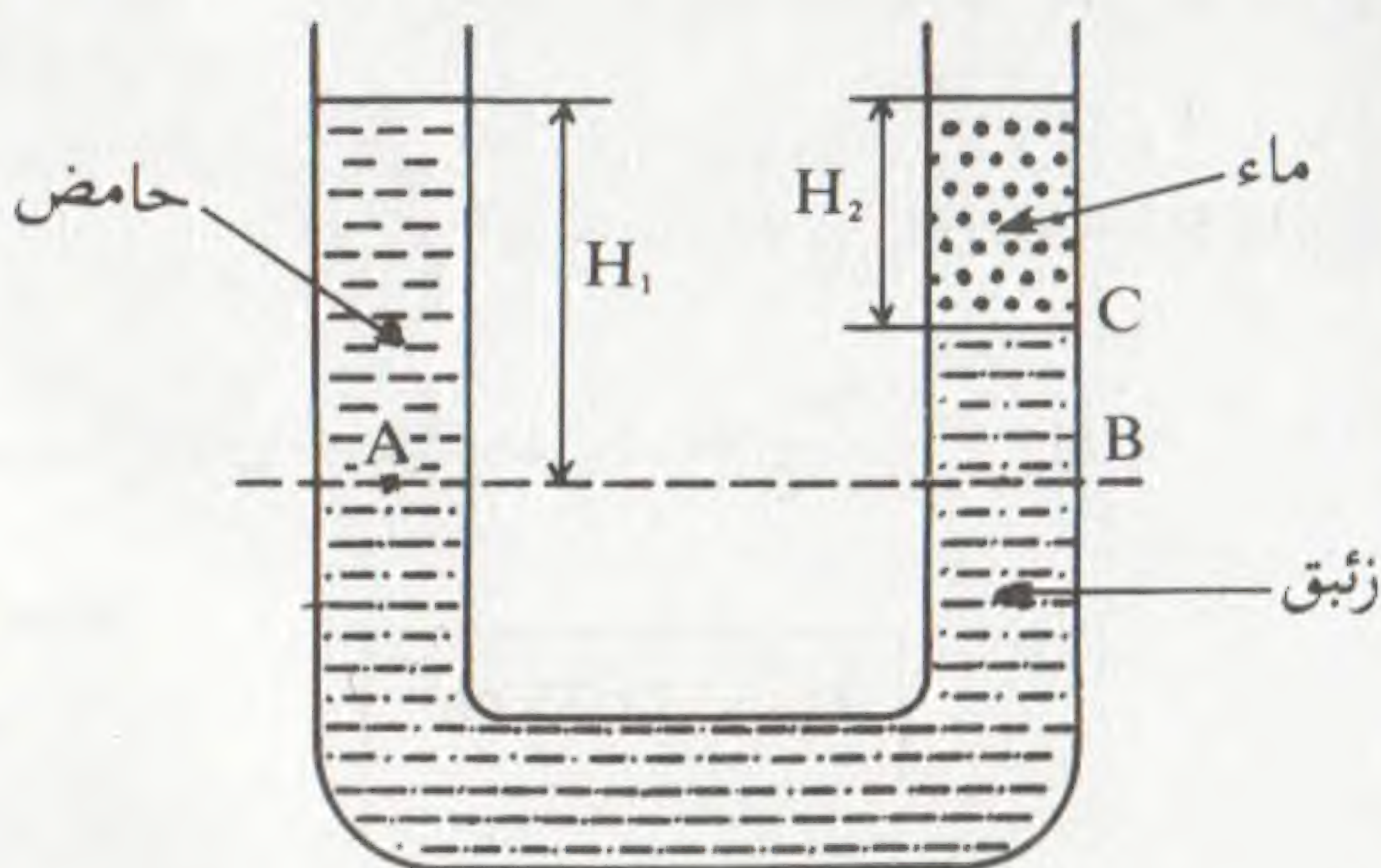
- الكتلة الحجمية لحامض الكبرتيك :

$$\varrho_1 = 1,8\ (g.cm^{-3})$$

- الكتلة الحجمية للزئبق :

$$\varrho = 13,6\ (g.cm^{-3})$$

الحل :



لنأخذ ثلاث نقط A،B،C تنتمي إلى نفس السائل أي الزئبق والذي يوجد في حالة سكون.

ــ A و B تنتميان إلى نفس المستوى الأفقي من نفس السائل اذن : $(1) \quad P_A = P_B$

ــ A ينتمي كذلك إلى الحامض إذن :

(P_a : الضغط الجوي) $P_A = \varrho_1 . gH_1 + P_a$

ϱ_1 : الكتلة الحجمية للحامض

ــ B و C ينتميان الى نفس السائل ؛ إذن حسب م.أ.هـ :

(ϱ الكتلة الحجمية للزئبق)

$(3) \quad P_B - P_C = \varrho g(H_1 - H_2)$

ــ C تنتمي الى الماء،اذن : $(4) \quad P_C = \varrho_2 gH_2 + P_a$

ϱ_2 = الكتلة الحجمية للماء

من العلاقات (1) ، (2) ، (3) ، (4) يمكن الحصول على قيمة H_1، كما يلي

$$P_B = \varrho_2 \, gH_2 + P_a + \varrho g(H_1 - H_2)$$

$$P_B = P_A$$

$$\varrho_2 gH_2 P_a + \varrho g(H_1 - H_2) = \varrho_1 gH_1 + P_a$$

بعد الاختزال نحصل على : $H_1 = \frac{\varrho - \varrho_2}{\varrho_1 - \varrho} . H_2$

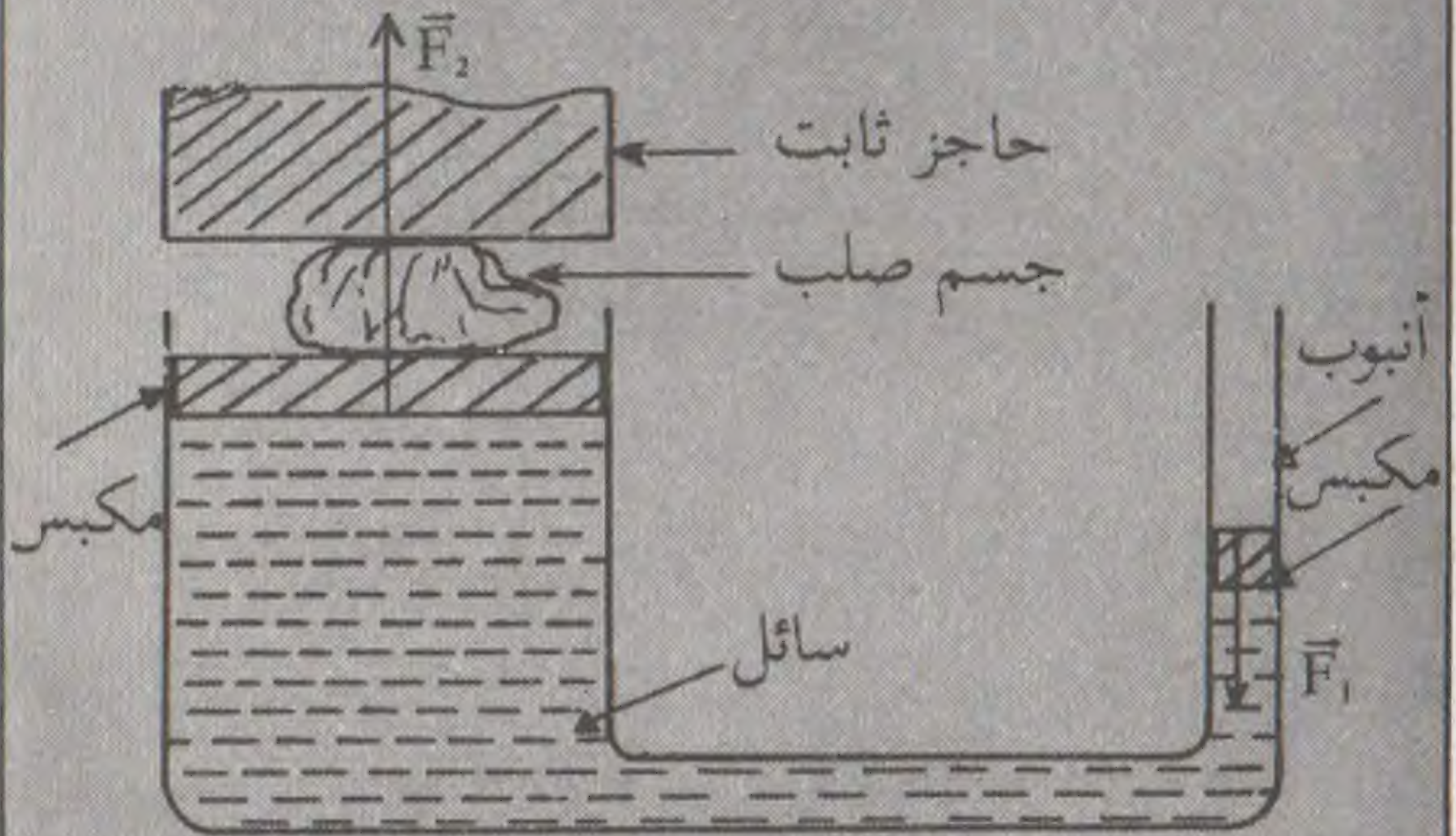
وتعطينا :

$$\boxed{H_1 = 21{,}35 \text{ cm}}$$

تمرين رقم 7

المضغط الهيدرو متحرك

يتكون هذا المضغط من انبوبين متصلين : الأول ذو مقطع صغير وبداخله مكبس صغير، والثاني ذو مقطع أكبر وبداخله مكبس أكبر. يوجد بين المكبسين سائل يُمَكِّنُ من انتقال التغير الذي يحصل في الضغط



المكبس الكبير يستخدم لضغط الجسم الصلب تحت تأثير القوة الضاغطة $\vec{F}_2$، التي تنتج عن تسليط $\vec{F}_1$ على المكبس الصغير كما في الشكل اعلاه.

أ ـــ قارن شدتي القوتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ عندما يكون المكبس في حالة توازن، علما ان قطر المكبس الكبير يساوي 40 cm وقطر الصغير يساوي 5 cm.

ما هي في رأيك ايجابية هذا الجهاز ؟

ب ـــ اذا كان قياس ضغط السائل داخل المضغط يساوي $6,56.10^6$ P_a، فما هي شدة $\vec{F}_1$، وشدة $\vec{F}_2$ ؟

الحل :

أ ـــ مقارنة F_1 و F_2

بما أن السائل يوجد في حالة توازن فلدينا :

$F_1 = P.S_1$ و $F_2 = P.S_2$

أي : $\frac{F_2}{S_2} = \frac{F_1}{S_1}$

إذن : $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$

$$\boxed{\frac{F_2}{F_1} = 64}$$

ونلاحظ من خلال هذا ان الجهاز يمكن من تضاعف شدة القوة الضاغطة المسلطة على المكبس الصغير64 مرة

ب ـــ شدتي $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$

لدينا $F_2 = P.S_2$

أي $F_2 = 6,56.10^6 \times 0,125$

$\boxed{F_2 = 8,2.10^5 \text{ N}}$

وكذلك $\boxed{F_1 \simeq 1,3.10^4 \text{ N}}$

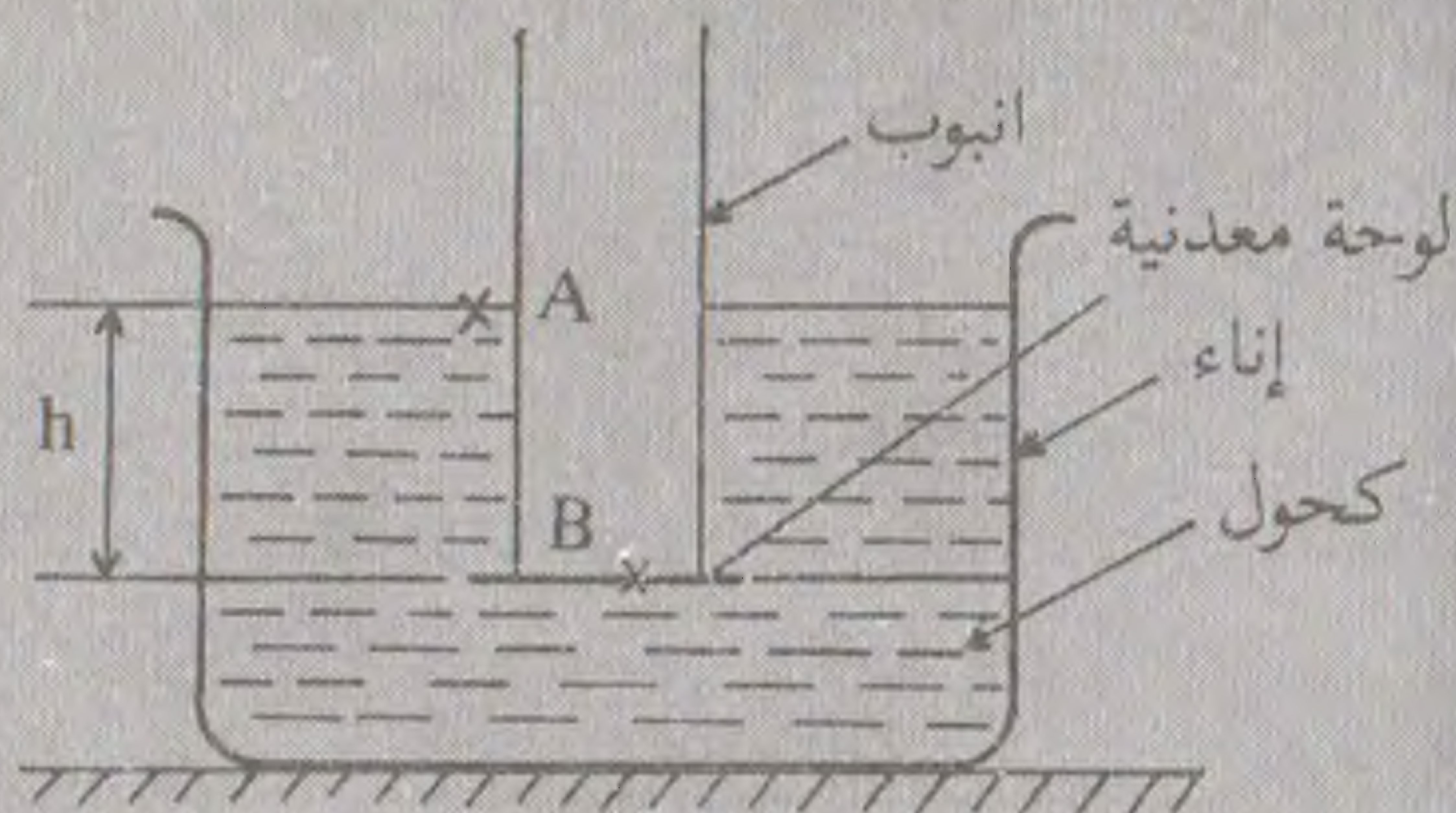
ملحوظة :

كل الرافعات الهيدرو متحركة تعتمد على نفس المبدأ الذي يعتمد عليه هذا المضغط.

تمرين رقم 8

داخل اناء زجاجي يحتوي على الكحول ندخل انبوبا طويلا مقطعه ذو مساحة تساوي 5 m^2، مفتوح من جهتيه

وطويل جداً. على الفتحة السفلى للانبوب نضع لوحة فلزية لسدها. ونرى في الشكل اسفله ان اللوحة توجد على العمق $h = 0,5\ m$.



أ ــ احسب قياس الضغط الذي تتحمله اللوحة من طرف الكحول علما أن :

$g = 10\ N.Kg^{-1}$.

كحول $\varrho = 0,8\ g.cm^{-3}$

(ضغط جوي $P = 10^5 P_a$)

ب ــ احسب شدة القوة الضاغطة التي تُثَبِّتُ اللوحة على فتحة الانبوب.

ج ــ ما هو حجم الماء الذي يجب فرغه داخل الانبوب لازاحة اللوحة عن فتحته.

الحل :

أ ــ قياس الضغط الذي تتحمله اللوحة: حسب القانون الأساسي للهيدروساكنة، لدينا بالنسبة لنقطتين A و B (انظر الشكل) :

$P_B - P_A = \varrho.g.h$

إذن $P_B = P_A + \varrho.g.h$

تطبيق عددي $P_A = 10^5\ P_a$

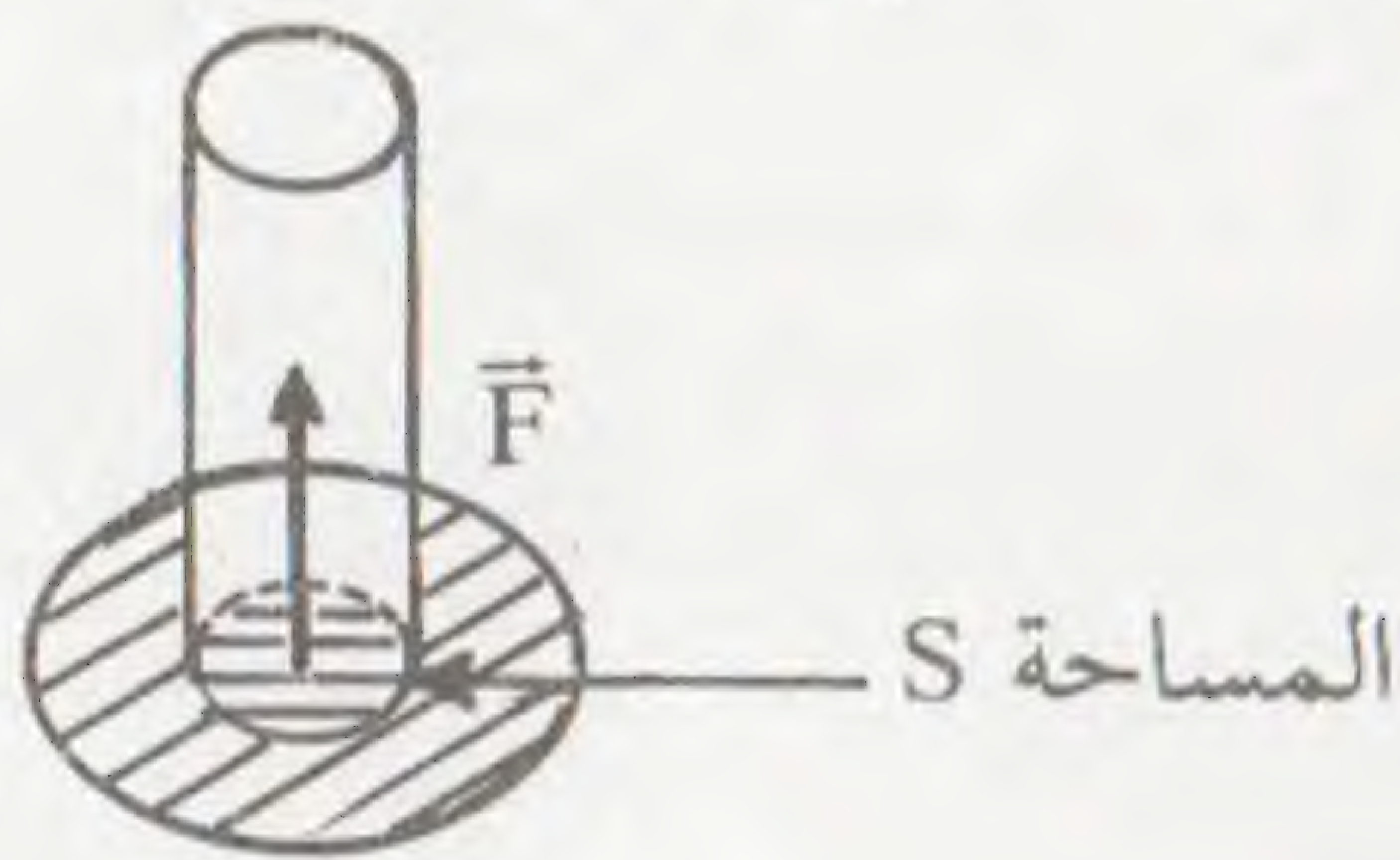
$h = 0,5\ m$

$\varrho.g = 8000\ N.m^{-3}$

أي $\boxed{P_B = 1,04.10^5\ P_a}$

ب ــ شدة القوة الضاغطة

لدينا : $F = P_B.S$



$S = 5\ cm^2$ إذن $\boxed{F = 52\ N}$

ج ــ لازاحة اللوحة عن فتحة الانبوب يجب تسليط قوة جديدة $\vec{F}'$ تكون شدتها على الاقل تساوي شدة $\vec{F}$ ، منحاها من اعلى إلى اسفل واتجاهها متوازي مع اتجاه $\vec{F}$.

هذه القوة ممثلة بوزن الماء الذي يجب فرغه داخل الانبوب.

إذن : $F' = mg = \varrho.V.g$

وبما أن $F' = F$

نستنتج صيغة V: $V = \dfrac{F}{\varrho.g}$

(V = حجم الماء)

تطبيق عددي :

$$\boxed{V = 5,2(l)}$$

تمرين رقم 9

احسب دافعة ارخيميدس المسلطة على جسم صلب حجمه $V = 0,1\ m^3$ عندما نغطسه كليا في :

أ ـــ الماء. $\varrho = 1\ g/cm^3$

ب ـــ الزئبق. $\varrho = 13,6\ g/cm^3$

ج ـــ الكحول. $\varrho = 0,8\ g/cm^3$

الحل :

بصفة عامة لدينا :

(P : دافعة أرخميدس) $P = \varrho.V.g.$

ϱ = الكتلة الحجمية للسائل المزاح

V = حجمه

إذن :

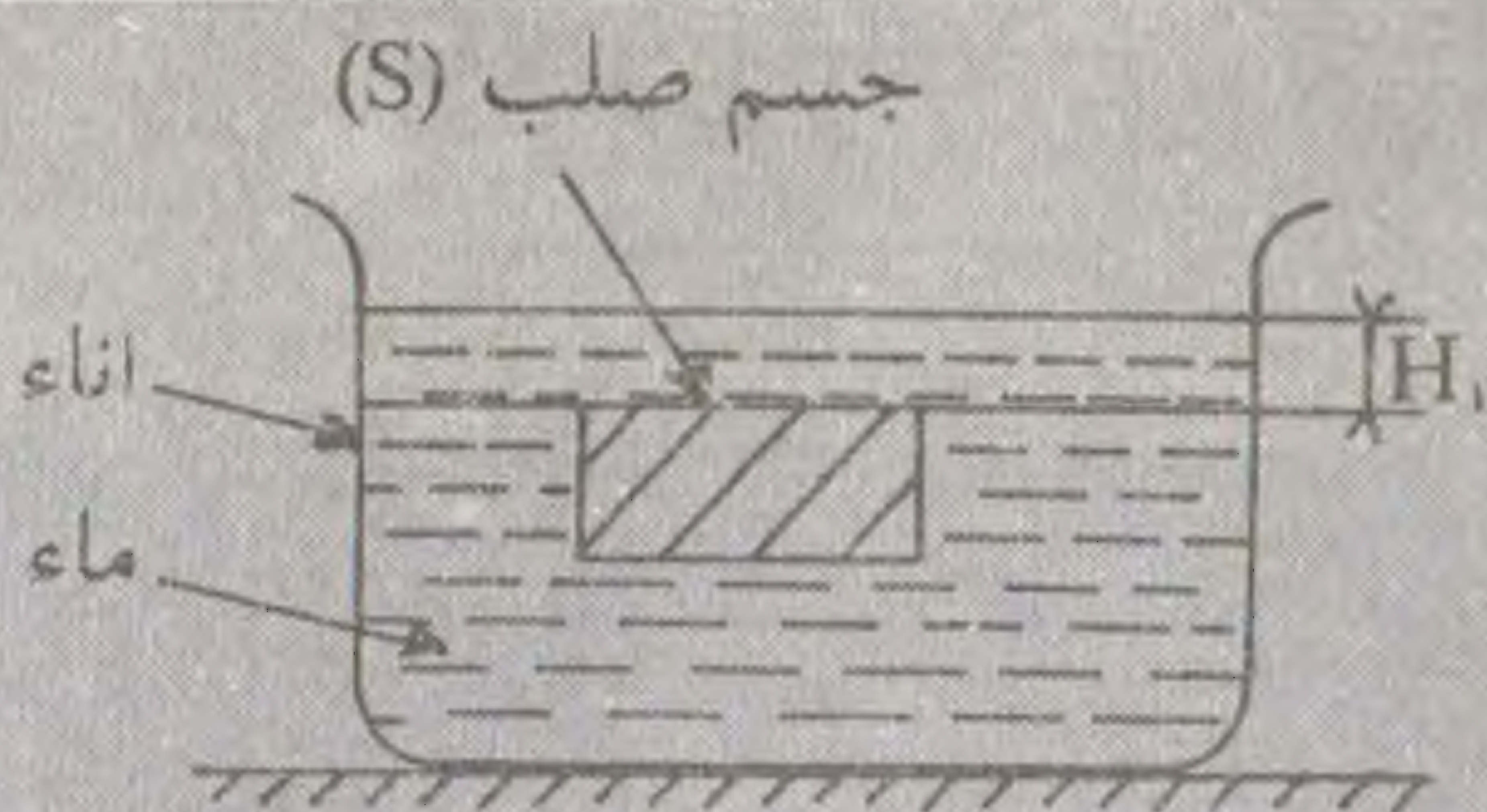
أ ـــ في الكحول : $\boxed{P = 0,8\ N}$

في الماء : $\boxed{P = 1\ N}$

في الزئبق : $\boxed{P = 13,6\ N}$

تمرين رقم 10

جسم صلب (S) متجانس، اسطواني الشكل، قطره 60 cm وسمكه 15 cm، مغطوس كليا داخل اناء مملوء بالماء، على عمق H_1 قيمته 10 cm.



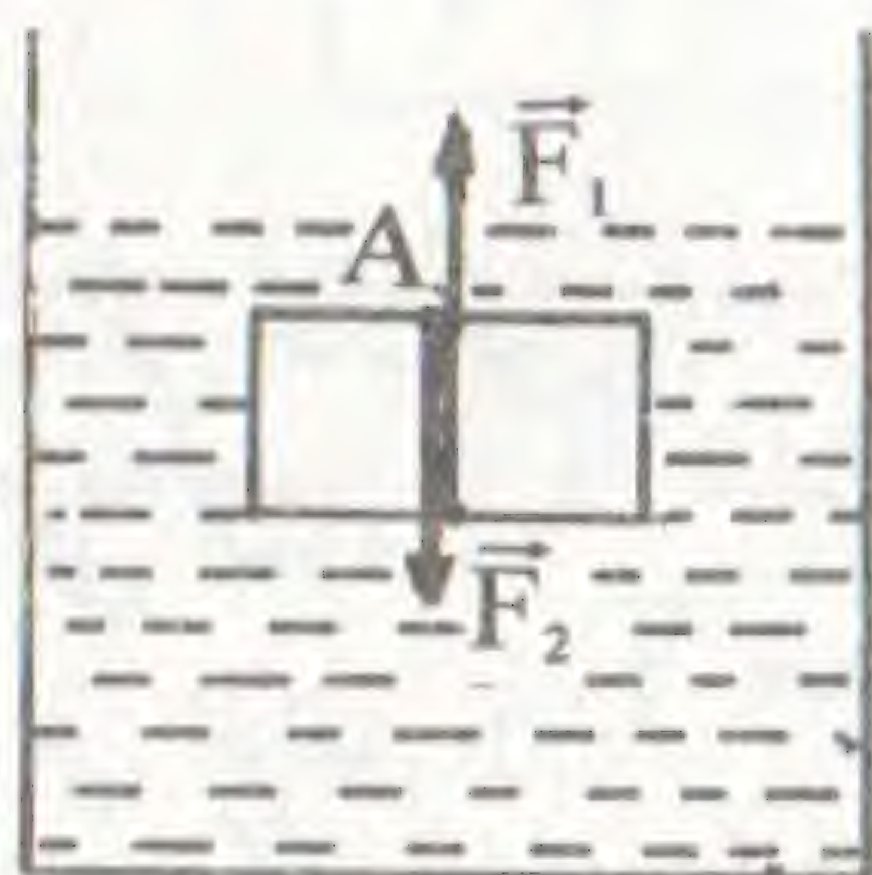
أ ــ احسب شدة القوى الضاغطة على قاعدتي (S) وبين خصائصها عندما يكون الجسم (S) في حالة توازن

(ماء) $\varrho = 1\ g.cm^{-3}$ و $g = 10\ N/cm$

ب ــ قارن شدة القوة المقرونة (بالتأثيرات الخارجية) على (S) مع شدة دافعة ارخيميدس

الحل :

أ ــ لنسمي $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ القوتين الضاغطتين على قاعدتي الجسم الصلب (S)



A = نقطة من سطح الماء

خصائص $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$:

ــ اتجاهيهما متوازيين ومتعامدين مع قاعدتي (S)

ــ نقطة تأثير $\vec{F}_1$ هي مركز قاعدة (S) السفلى.

ــ نقطة تأثير $\vec{F}_2$ هي مركز قاعدة (S) العليا.

ــ منحى $\vec{F}_1$: من اسفل إلى اعلى والعكس بالنسبة لمنحى $\vec{F}_2$

شدة $\vec{F}_1$: $F_1 = P_1.S$

شدة $\vec{F}_2$: $F_2 = P_2.S$

P_1 و P_2 هما شدتي الضغط على القاعدتين السفلى والعليا للجسم (S) على التوالي. .

صيغتي P_1 و P_2 :

بما أن الماء يوجد في حالة توازن، نطبق م.أ.هـ :

$$P_1 = \varrho.g(H_1 + h) + P_A$$

$$P_2 = \varrho.g.H_1 + P_A$$

h = سُمك (S)

P_A = الضغط الجوي

إذن $F_1 = \varrho.g.(H_1 + h).S + P_A.S$

و $F_2 = \varrho.g.H_1.S + P_A.S$

التطبيق العددي :

$$\boxed{F_1 = 28,98\ 10^3\ N}$$

$$\boxed{F_2 = 28,56.10^3\ N}$$

ب ـــ شدة دافعة ارخيميدس :

لنرمز اليها بالحرف F' :

لدينا $F' = \varrho.g.h.S$

أي $F' \simeq 424\ N$

بما أن شدة $\vec{F}_1$ اكبر من شدة $\vec{F}_2$ فإن القوة الناتجة لها اتجاه ومنحى $\vec{F}_1$،وشدتها : R

$$R = F_1 - F_2$$

$$\boxed{R = 424\ N}$$

نلاحظ ان شدة $\vec{R}$ تساوي شدة $\vec{F}$ ولهما نفس الخصائص، وفي الواقع $\vec{F}$ و $\vec{R}$ يمثلان نفس القوة.

الازاحة المستقيمية لجسم صلب.

تذكير :

* **نسبية الحركة :**

لا يمكن التكلم عن حركة جسم ما، دون تحديد جسم آخر يكون بمثابة مرجع.

بهذا المرجع، يرتبط معلم الفضاء الذي يتكون من نقطة O، وهي أصل الأفاصيل ومتجهة واحدية $\vec{i}$ حيث $\|\vec{i}\| = 1$.

ومن أجل دراسة الحركة نضيف إلى معلم الفضاء معلم الزمن.

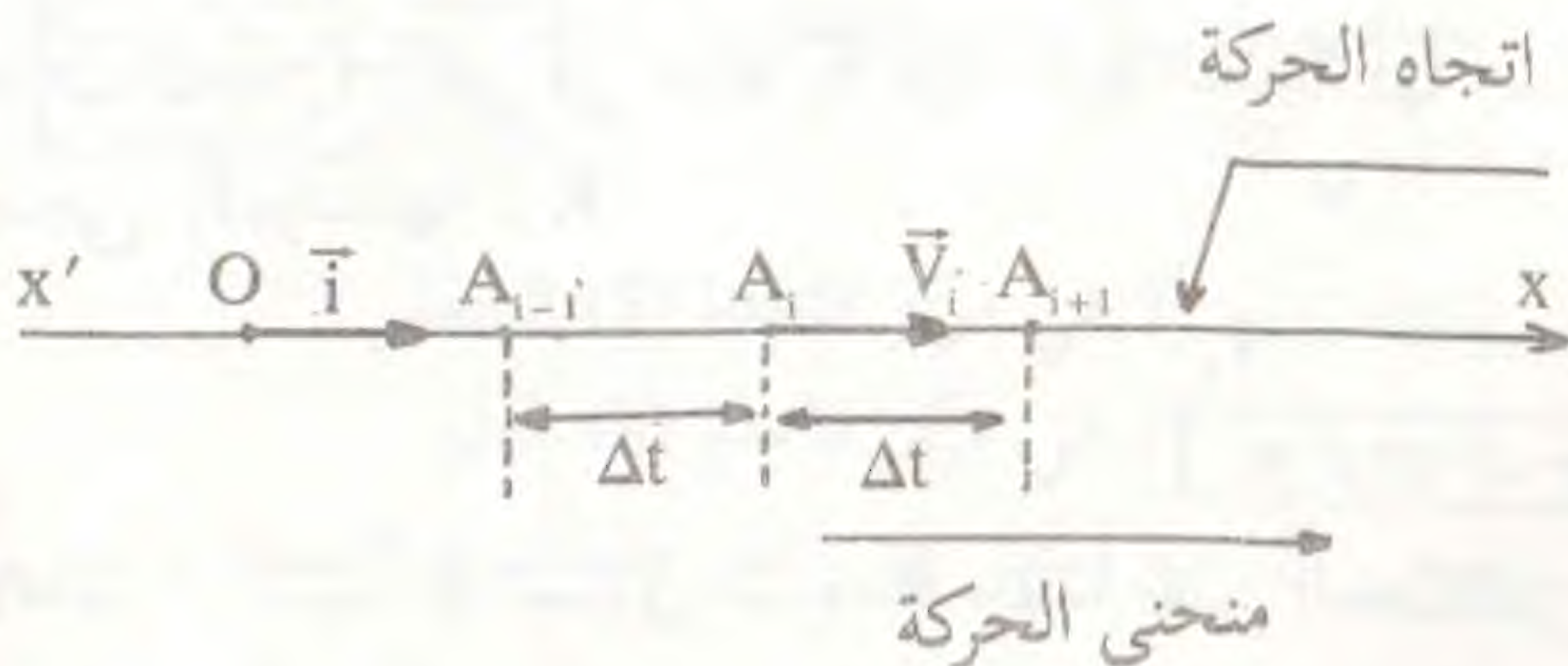
★ **السرعة المتوسطة :**

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

★ **السرعة اللحظية :**

$$\vec{V_i} = \frac{A_{i-1}.A_{i+1}}{2.\Delta t}.\vec{i} = v_i.\vec{i}$$

في هذه الحالة (Δt) جد ضعيفة.



إذا كان منحى $\vec{V}$ كمنحى $\vec{i}$ ، فإن v تكون موجبة $(v > 0)$
إذا كان منحى $\vec{V}$ معاكسا لمنحنى $\vec{i}$ فإن v تكون سالبة $(v < O)$.

★ المسار :

مسار متحرك M هو مجموعة مواضعه.

★ الحركة المستقيمية :

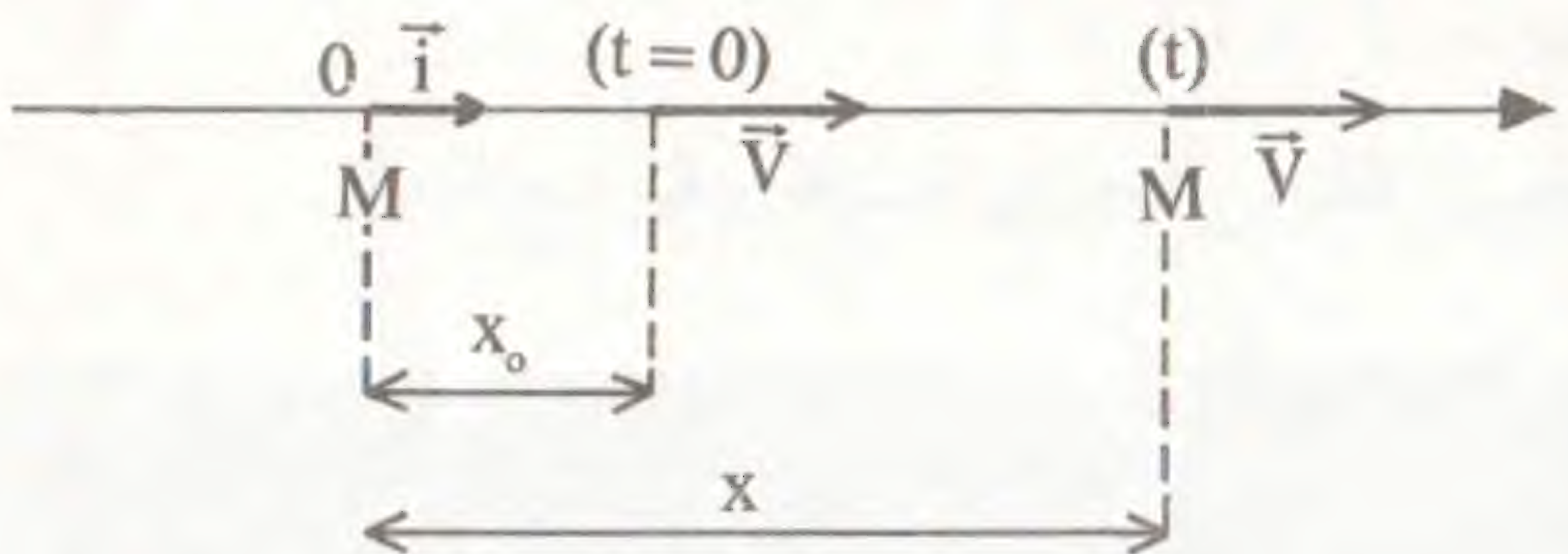
نقول أن المتحرك M له حركة مستقيمية إذا كان مساره مستقيميا.

★ المعلَمَة :

موضع المتحرك M في اللحظة (t) يحدد بأفصوله x في معلم معين.

★ المعادلات المميزة للحركة.

ـــ حركة مستقيمية منتَظَمة.



$x = v.t + x_o$	$v = cte$

بحيث :

x : أفصول نقطة M في اللحظة (t)

x_o : أفصول نقطة M في اللحظة $(t = o)$

v : القياس الجبري للسرعة $\vec{V}$.

ـــ حركة مستقيمية متغيرة؛في هذه الحالة تكون الحركة ذات مسار مستقيم وسرعة متغيرة.

$$\boxed{v \neq cte}$$

★ **الحركة والقوة :**

كمية الحركة : $\vec{P} = m.\vec{V}$

$\vec{P}$ ← $(Kg.m.S^{-1})$ ، m ← Kg ، $\vec{V}$ ← $(m.S^{-1})$

علاقة $\Delta\vec{P}$ مع القوة $\vec{F}$ التي تطبق على جسم صلب في حركة إزاحة مستقيمية :

$$\boxed{\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \vec{F}}$$

$\Delta\vec{P}$ ← $(Kg.m.S^{-1})$ ، Δt ← (S) ، $\vec{F}$ ← (N)

تمرين رقم 1

لنعتبر المعادلات التالية :

أ ـــ $x = 5.t$ ب ـــ $v = 3t + 1$

ج ـــ $x = 4t+2$ د ـــ $v = 2\ m.S^{-1}$

(x بالمتر و t بالثانية.)

اذكر المعادلات التي تطابق حركة مستقيمية منتظمة والتي تطابق حركة مستقيمية متغيرة

الحـــل :

المعادلات التي تطابق حركة مستقيمية منتظمة هي :

أ ـــ $x = 5t$

ج ـــ $x = 4t+2$

د ـــ $v = 2\ m.S^{-1}$

المعادلة التي تطابق حركة مستقيمية متغيرة هي :

ب ـــ $v = 3.t + 1$

بحيث القياس الجبري للسرعة يتغير مع الزمان.

تمريـــن رقم 2 :

لنعتبر المعادلة الزمنية التالية لحركة نقطة مادية M.

$$x(t) = 5.t + 2\ (cm)$$

أ ـــ استنتج من هذه المعادلة قيمة السرعة، ثم قيمة الأفصول في اللحظة $(t=0)$.

الحــل :

أ ــ من خلال المعادلة $x = f(t)$ نستنتج أن النقطة المادية M تتحرك على مستقيم، وبما أن سرعتها ثابتة فيمكن القول أن حركة M حركة مستقيمية منتظمة.

ب ــ قيمة السرعة هي $v = 5.10^{-2}\ m.S^{-1}$.

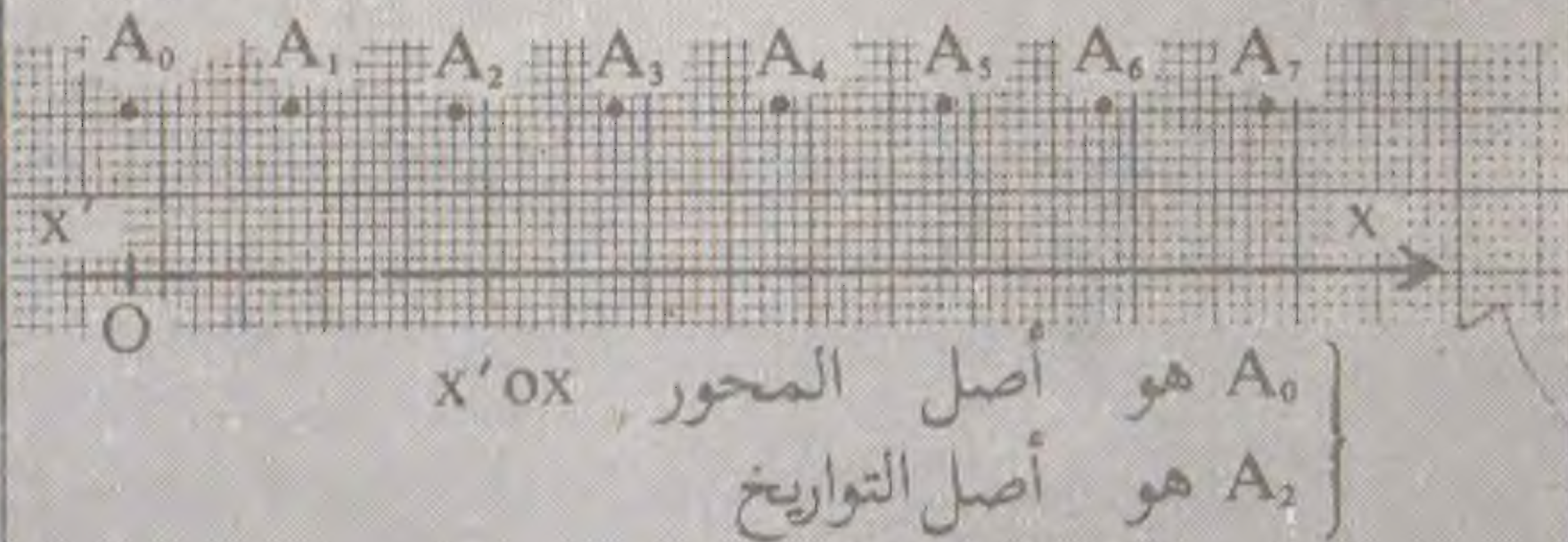
قيمة الأفصول في اللحظة $(t=0)$ هي $x_o = 2\ cm$.

تمريــن رقم 3 :

من أجل دراسة حركة جسم صلب (S) على نضد هوائي نقوم بتسجيل مواضعه المتتالية، بواسطة جهاز خاص، على شكل نقط سوداء متتالية، في فترات زمنية θ قصيرة ومتساوية : $\theta = 20\ ms$.

وفيما يلي وثيقة التسجيل الحقيقية للحركة :

«وثيقـة»



A_0 هو أصل المحور x'ox
A_2 هو أصل التواريخ

أ ــ ما هي طبيعة مسار الجسم الصلب ؟

ب ــ لنعتبر المحور X'X المتوازي مع مسار الجسم كما في الوثيقة، بحيث يكون لكل موضع في اللحظة

t، أفصول x على المحور X'X ارسم منحنى الدالة $x = f(t)$

السلم : محور الأفاصيل : 20 ms ← 1 cm

محور الأراتيب : 1,5 cm ← 1 cm

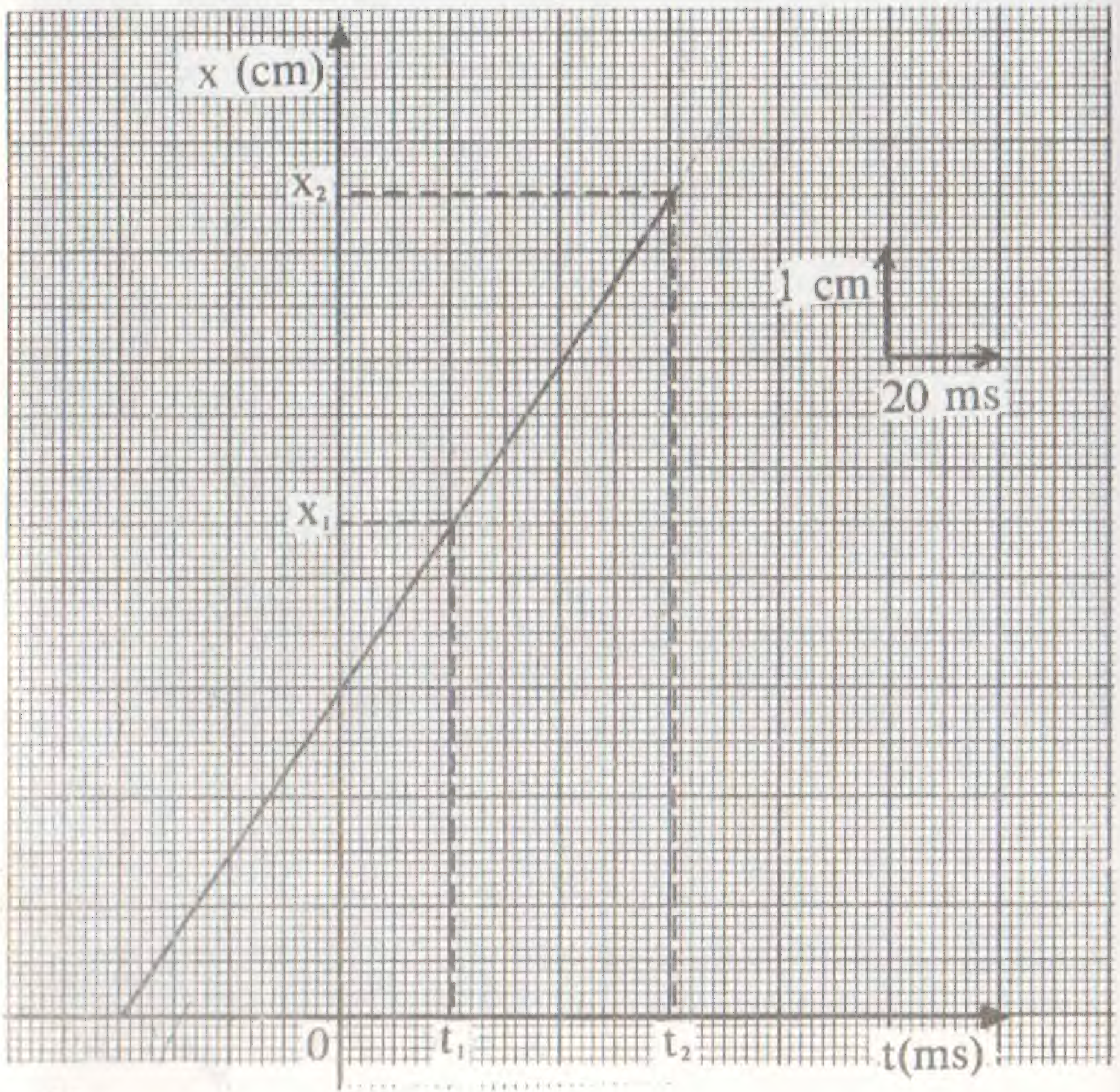
ح ـــ احسب القيمة الجبرية للسرعة

د ـــ استنتج طبيعة حركة الجسم الصلب (S).

الحـــل :

أ ـــ بما أن جميع مواضع الجسم الصلب توجد على مستقيم واحد فيمكن القول أن مساره مستقيما.

ب ـــ انظر الرسم



ج ــ بما أن منحنى الدالة $x = f(t)$ مستقيما يُمكن ان نكتب :. $x = vt + x_0$

بحيث تكون v هي المعامل الموجه لهذا المستقيم اذن $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ أي $v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

التطبيق العددي : $\boxed{v = 0,5\ m.s^{-1}}$

د ــ بما أن المسار مستقيم والسرعة ثابتة، نستنتج ان حركة الجسم الصلب (S)، حركة مستقيميَّة منتظمة.

تمريــن رقم 4 :

الدالة الزمنية لمتحرك في حركة مستقيمية هي :

$$x = -5t + 1$$

مع x بالمتر و t بالثانية

أ ــ ما هي القيمة الجبرية للسرعة ؟

ما هي القيمة الجبرية للأفصول في أصل التواريخ ؟

ب ــ ضع متجهة السرعة على المعلم $(O, \vec{i})$ في التواريخ : $t_1 = 0s$ ، $t_2 = 1\ s$ و $t_3 = 1,6s$

مستعملا السلم الآتي : $0,5\ cm \longleftarrow 2m.s^{-1}$

$1\ cm \longleftarrow 1\ m$

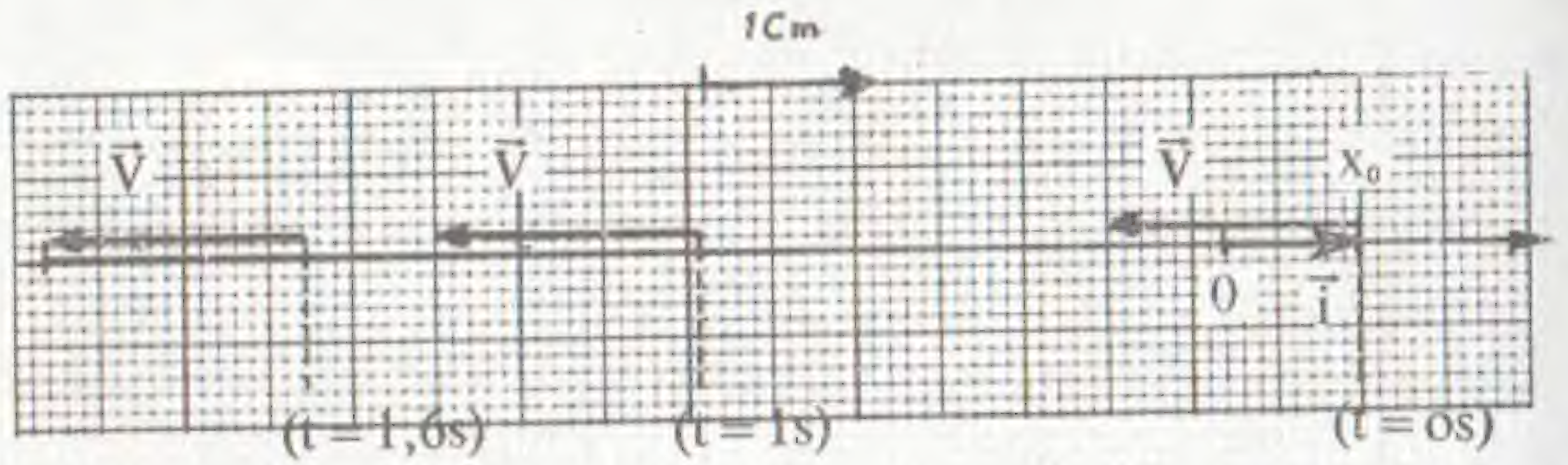
الحــل :

أ ــ نلاحظ من خلال الدالة الزمنية أن القيمة الجبرية للسرعة هي $-5m/s$ لأن صيغة الدالة الزمنية بالنسبة لحركة مستقيمية منتظمة هي : $x = vt + x_0$

بالنسبة للافصول x_0 :

$t = 0$ تعطينا : $x = x_0 = 1\ m$

ب ــ $v = -5m/s$(ثابتة)



تمريـن رقم 5 :

على طريق مستقيمة تتحرك حافلة ركاب من النقطة A، نحو نقطة B بحركة مستقيمية.

وفيما يلي جدول نتائج تغير السرعة مع الزمن (t).

25,0	22,0	18,5	15,0	11,5	8,5	5	$V m.s^{-1}$
30	25	20	15	10	5	0	t (s)

أ ــ أرسم التمثيل المبياني للدالة $V = f(t)$

السلم : محور الأفاصيل : $1\ cm \longleftarrow 5\ s$

محور الأراتيب : $1\ cm \longleftarrow 5\ ms^{-1}$.

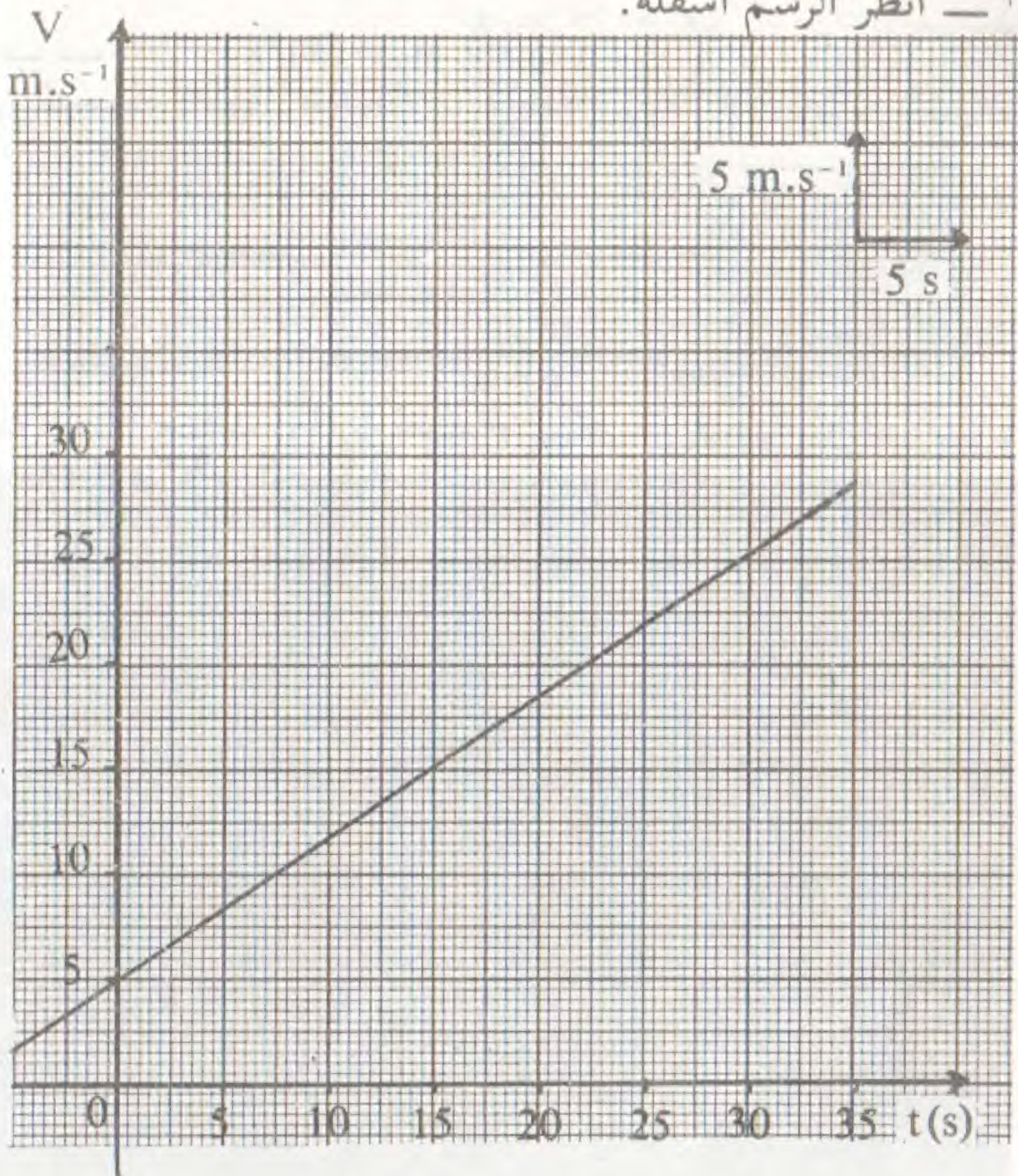
ب ــ احسب القيمة الجبرية للسرعة بالنسبة للحظات التالية :

$t_1 = 0s$ ، $t_2 = 4,5\ s$ و $t_3 = 18,0\ s$.

ج ــ استنتج طبيعة هذه الحركة.

الحــل :

أ ــ أنظر الرسم أسفله.



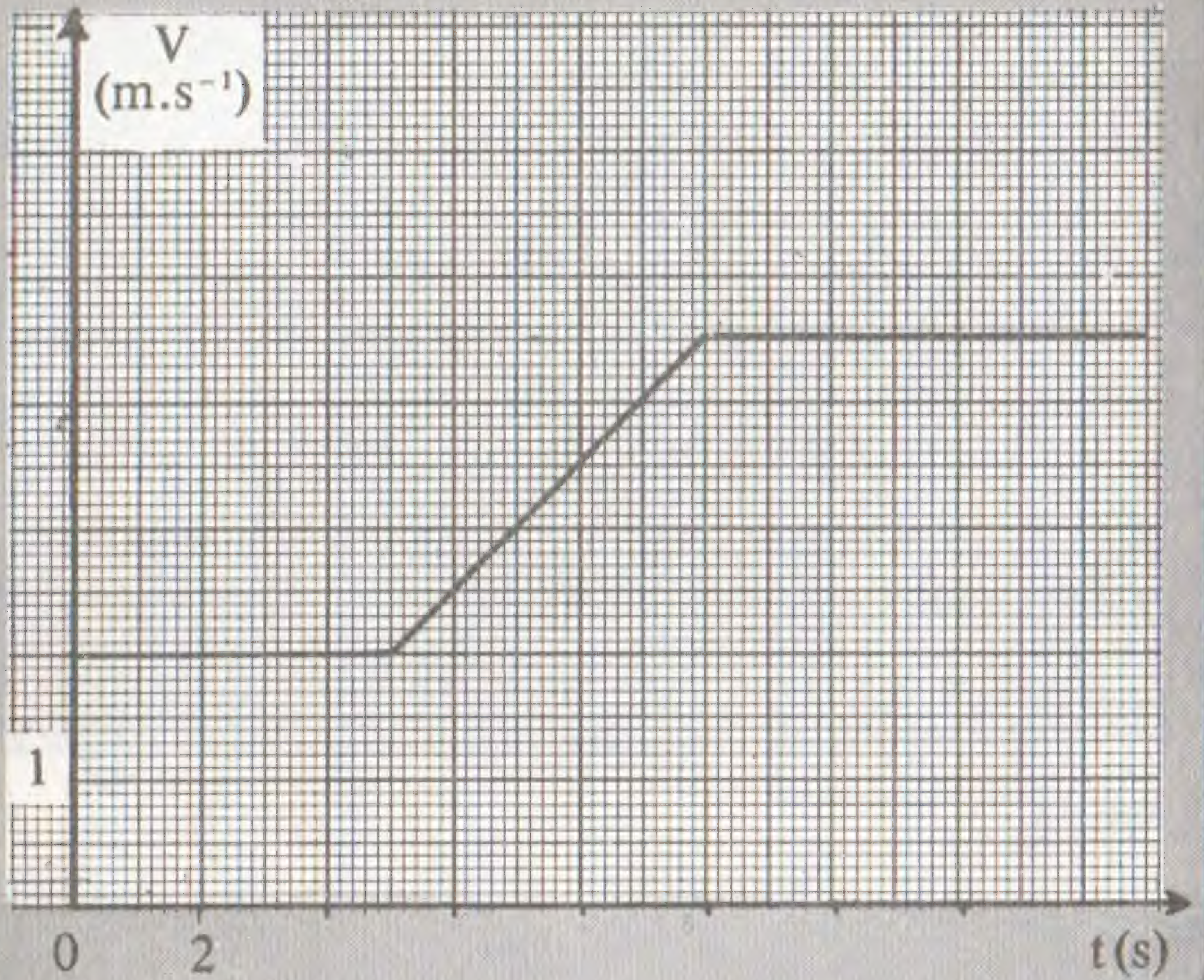
ب ــ القيمة الجبرية للسرعة مدوَّنة في الجدول التالي :

18,0	4,5	0,0	t(s)
17	8	5	$V(m.s^{-1})$

ج ــ بما أن المسار مستقيما والسرعة متغيرة، فإننا نستنتج أن هذه الحركة مستقيمية متغيرة.

تمريــن رقم 6 :

فيما يلي مخطط السرعة، لجسم صلب متحرك بحركة مستقيمية، ممثل في الشكل أسفله:



أ ـــ صف كيفيا حركة هذا الجسم

ب ـــ احسب الأفصول x للجسم المتحرك في التاريخ $t = 5s$ إذا كان أصل التواريخ مطابقا لأصل الأفاصيل بالنسبة للمرحلة الأولى من الحركة.

الحـــل :

أ ـــ من أصل التواريخ إلى التاريخ $t = 5\ s$ لدينا حركة مستقيمية منتظمة لأن السرعة ثابتة، وتساوي $2\ m.s^{-1}$.

من التاريخ $t = 5\ s$ إلى التاريخ $t = 10\ s$ لدينا حركة

مستقيمية متغيرة لأن السرعة متغيرة ومن التاريخ 10 = t إلى التاريخ 18 s = t لدينا ح.م. منتظمة

ب ــ في المرحلة الأولى لدينا ح.م. منتظمة وبالتالي تكون دالتها الزمنية :

$$x = vt + x_0$$

وبما أن أصل الأفاصيل مطابق لأصل التواريخ تكون قيمة x_0 منعدمة.

$t = 0$ تعطينا $x = x_0 = 0$

إذن لدينا $x = vt$

أي $x = 2\,t$

وبالتالي : $t = 5\ s$ تعطينا $\boxed{x = 10\ m}$

تمريـن رقم 7 :

فيما يلي تسجيل حركة خيال فوق نضد هوائي، بواسطة مُوَلِّدٍ للشرارات، حيث المدة الفاصلة بين تسجيل نقطتين متتاليتين θ تساوي 20 ms.

منحى الحركة :

أ ــ أتمم الجدول الآتي مستعملا طريقة التأطير لايجاد السرعة اللحظية في نقطة معينة.

A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	النقطة
						السرعة اللحظية (ms^{-1})
						التاريخ (ms)

نعتبر أصل التواريخ في النقطة A_2

ب ــ خطط منحنى الدالة $t \xrightarrow{f} v$

السلم : $1\ cm \rightarrow 0,1\ m.s^{-1}$

$1,5\ cm \rightarrow 20(m\ s)$

واستنتج من المنحنى صيغة الدالة $t \xrightarrow{f} v$.

ج ــ ما هي طبيعة حركة الخيال ؟

الحــل :

أ ــ تتمة الجدول:

لايجاد السرعة اللحظية في النقطة A_i مثلا، نستعمل طريقة التأطير التي تعطينا :

$$v_i = \frac{A_{i-1}A_{i+1}}{2.\Theta}$$

في النقطة A_1 لدينا :

$$v_{A_1} = \frac{A_0A_2}{2.\Theta}$$

$v_{A_1} = 0,55\ m.s^{-1}$

في النقطة A_2 لدينا :

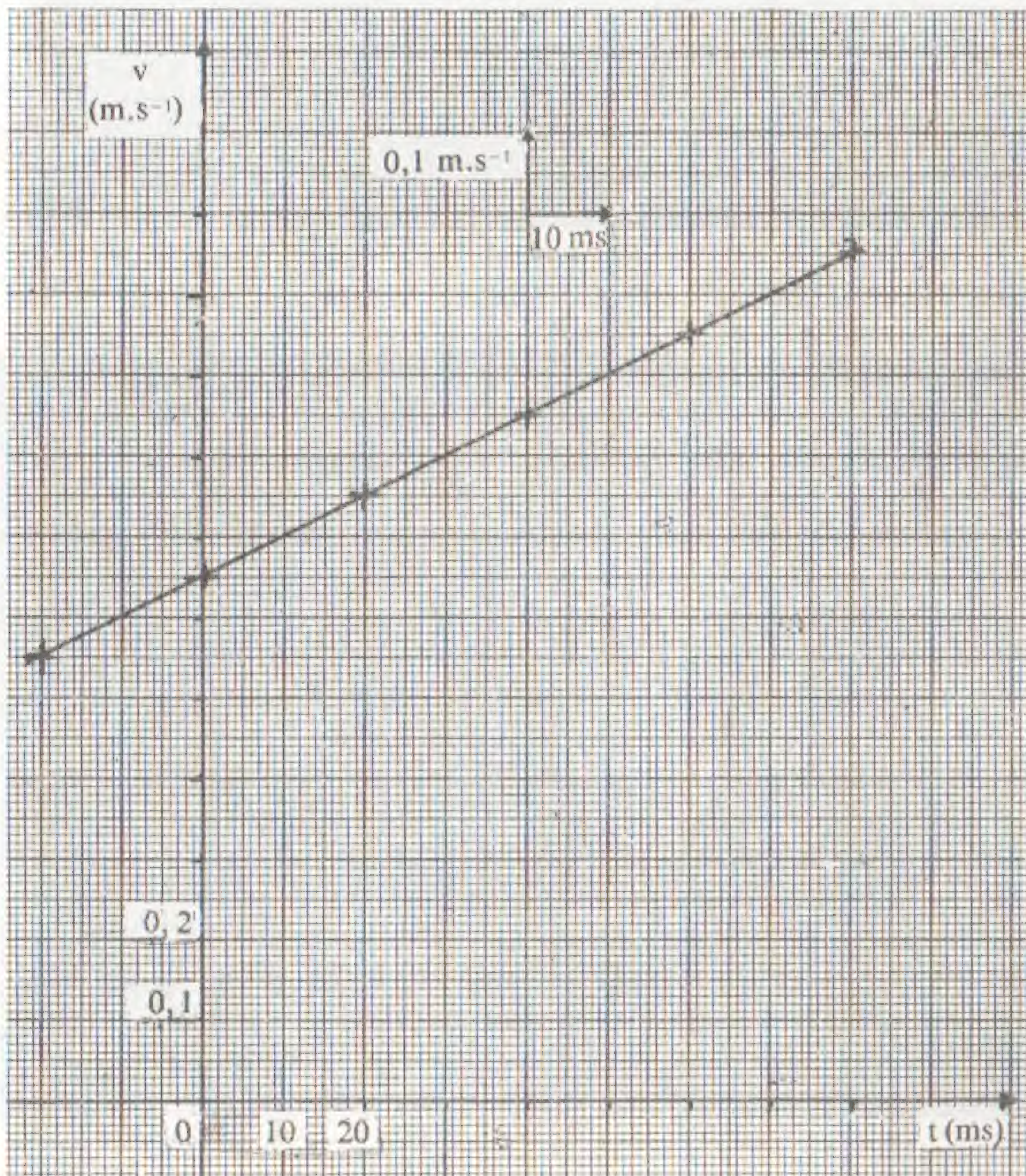
$$v_{A_2} = \frac{A_1A_3}{2.\Theta}$$

$v_{A_2} = 0,65\ m.s^{-1}$.

نفس الشيء بالنسبة للنقط A_3 ، A_4 ، A_5 ، A_6
والنتائج مدونة في الجدول التالي :

النقطة	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
السرعة اللحظية $(m.s^{-1})$	0,5	0,65	0.75	0.85	0.95	1.05
التاريخ (ms)	– 20	0	20	40	60	80

ب ــ منحنى v بدلالة t.



بما أن المنحنى خطيا يمكن أن نكتب : $v = k_1.t + k_2$

مع k_1 و k_2 ثابتتين.

ـــ قيمة k_2 : من البيان نستنتج أن $k_2 = 0,65\ m.s^{-1}$.

ونلاحظ ان K_2 هي السرعة الأصلية ونرمز إليها ب : v_0.

$$K_2 = v_0 = 0,65\ m/s.$$

قيمة K_1 : نعلم أن K_1 هو المعامل الموجه للمنحى.

إذا $K_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

ونجد : $\boxed{K_1 = 5\ m.s^{-2}}$

ملحوظة :

K_1 يسمى التسارع (خارج مقرر الخامسة)

ج ـــ طبيعة الحركة :

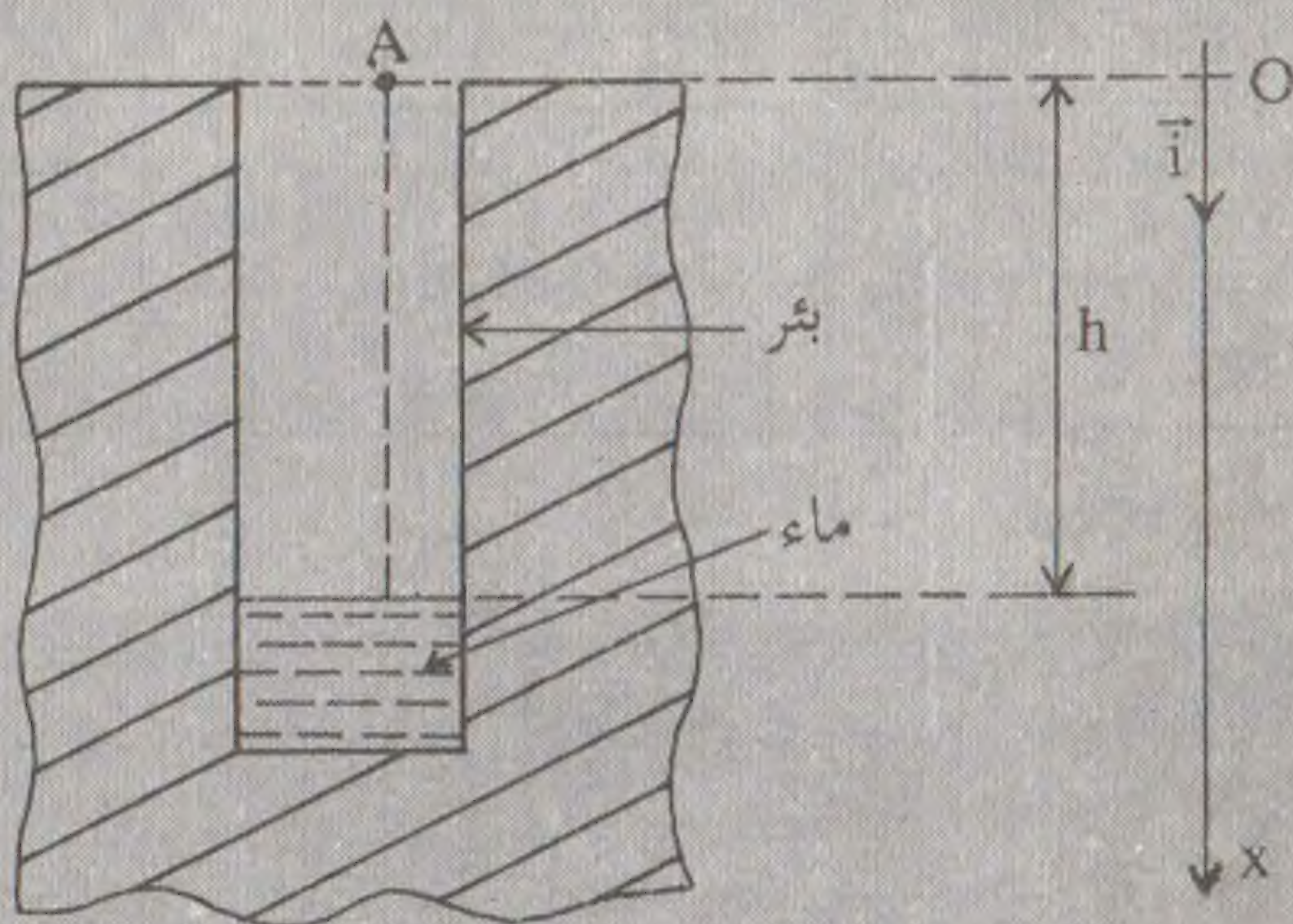
من التسجيل نستنتج ان المسار مستقيما، وبما ان السرعة متغيرة، فإن هذه الحركة حركة مستقيمية متغيرة.

ملحوظة :

(خارج المقرر) : لقد وجدنا ان التسارع يساوي $5\ ms^{-2}$، أي ثابت، وبما ان التسارع يعطينا كيفية تغير السرعة نقول في هذه الحالة ان الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

تمرين رقم 8

من أجل تحديد عمق بئر، قام تلميذ بالتجربة التالية :



من النقطة A، من فتحة البئر، ألقى بحصى صغيرة، دون سرعة أولية، وبعد مدة زمنية $\Delta t = 3,14\ s$، سمع وَقْعَ الحصى على سطح الماء الذي يوجد على العمق h علما أن حركة الحصى من A إلى سطح الماء حركة مستقيمية متغيرة دالتها الزمنية $x = \frac{g}{2}t^2$

وحركة الصوت في الهواء، حركة مستقيمية منتظمة، بسرعة $v = 320\ m/s$، احسب قيمة h.

$g = 10\ N.Kg^{-1}$

الحل :

بالنسبة لحركة الحصى لدينا : $h = \frac{1}{2}\ gt_1^2$

بحيث t_1 هي مدة حركة الحصى. وبالنسبة لحركة الصوت لدينا :

$$h = v\,t_2$$

بحيث t_2 هي المدة الزمنية التي تستغرقها حركة الصوت من قعر البئر إلى اذن التلميذ التي توجد على مستوى فتحة البئر.
إذن لدينا :

$$\left.\begin{array}{l} h = \frac{1}{2}\,g\,t_1^2 \\ h = vt_2 \\ \Delta t = t_1 + t_2 \end{array}\right\}$$

ونستنتج المعادلة التالية :

$$t_1^2 + 64\,t_1 - 201 = 0$$

$$\Delta' = 1225$$

$$\sqrt{\Delta'} = 35$$

$$t_1 = 35 - 32 = 3\ s$$

وبالتالي :

$$t_2 = 3{,}14 - 3 = 0{,}14\ s.$$

وبهذا يمكن الحصول على h :

$$h = V.t_2 = 320 \times 0{,}14$$

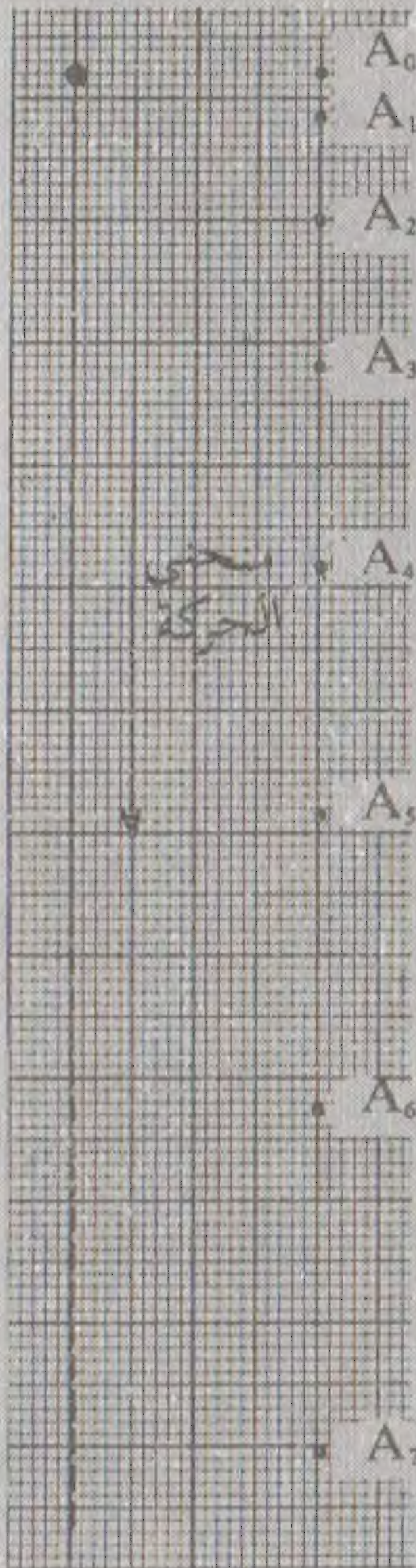
$$\boxed{h = 44{,}8\ m}$$

تمرين رقم 9

من أجل الحصول على العلاقة بين القوة التي تسبب حركة جسم وتغير سرعته، نقوم بتجربة وفيما يلي وثيقة تسجيل حركة كويرة فلزية ذات كتلة $m = 20g$ تحت تأثير جاذبية الأرض وحدها.

المدة الزمنية Θ الفاصلة بين تسجيل نقطتين متتاليتين تساوي 20 ms.

نعتبر النقطة A_0 بمثابة أصل التواريخ والأفاصيل.



أ ـــ أحسب القيمة الجبرية للسرعة اللحظية في النقط A_1، A_2، A_3، A_4 و A_5 بالتأطير

ب ـــ أحسب القيمة الجبرية لكمية الحركة في النقط A_1، A_2، A_3 و A_4.

واحسب تغير كمية الحركة Δp في الحالات الثلاث :

$$(\Delta p)_1 = p_2 - p_1$$

$$(\Delta p)_2 = p_3 - p_2$$

$$(\Delta p)_3 = p_4 - p_3$$

ج ـــ مثل المتجهات $(\overrightarrow{\Delta p})_1$، $(\overrightarrow{\Delta p})_2$ و $(\overrightarrow{\Delta p})_3$ على الوثيقة.

السلم :

$0,25\ cm \longrightarrow 10^{-3}\ Kg.m.s^{-1}$

د ـــ لنعتبر المتجهة $\vec{u}$ حيث :

$\vec{u} = \dfrac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t}$ مع $\Delta t = \Theta$

كما نسمي $\vec{P}$ متجهة القوة المقرونة بتأثير الأرض على الكويرة.

قارن مميزات $\vec{P}$ مع مميزات $\vec{u}$ واستنتج العلاقة بين $\vec{P}$ و $\frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t}$.

الحل :

أ ـــ لنستعمل الصيغة : $v_i = \frac{x_{A_{i+1}} - x_{A_{i-1}}}{2 . \Delta t}$

تطبيق عددي.	الصيغة
$v_1 = \frac{(1,2-0).10^{-1}}{2.20.10^{-3}}$	$v_1 = \frac{x_{A2} - x_{A0}}{2.\Delta t}$

$$\boxed{v_1 = 0,30 \text{ m.s}^{-1}}$$

$v_2 = \frac{(2,4-0,4).10^{-2}}{2.20.10^{-3}}$	$v_2 = \frac{x_{A3} - x_{A1}}{2.\Delta t}$

$$\boxed{v_2 = 0,50 \text{ m.s}^{-1}}$$

$v_3 = \frac{(4-0,2).10^{-2}}{2.20.10^{-3}}$	$v_3 = \frac{x_{A4} - x_{A2}}{2.\Delta t}$

$$\boxed{v_3 = 0,70 \text{ m.s}^{-1}}$$

$v_4 = \frac{(6-2,4).10^{-2}}{2.20.10^{-3}}$	$v_4 = \frac{x_{A5} - x_{A3}}{2.\Delta t}$

$$\boxed{v_4 = 0,90 \text{ m.s}^{-1}}$$

$v_5 = \frac{(8,4-4).10^{-2}}{2.20.10^{-3}}$	$v_5 = \frac{x_{A6} - x_{A4}}{2.\Delta t}$

$$\boxed{v_5 = 1,10 \text{ m.s}^{-1}}$$

ب ـــ نعلم أن : $\vec{p} = m.\vec{V}$

والقيمة الجبرية : $p = m.v$

في النقطة A_1 كمية الحركة هي : $p_1 = mv_1$

تطبيق عددي : $m = 20.10^{-3} Kg$

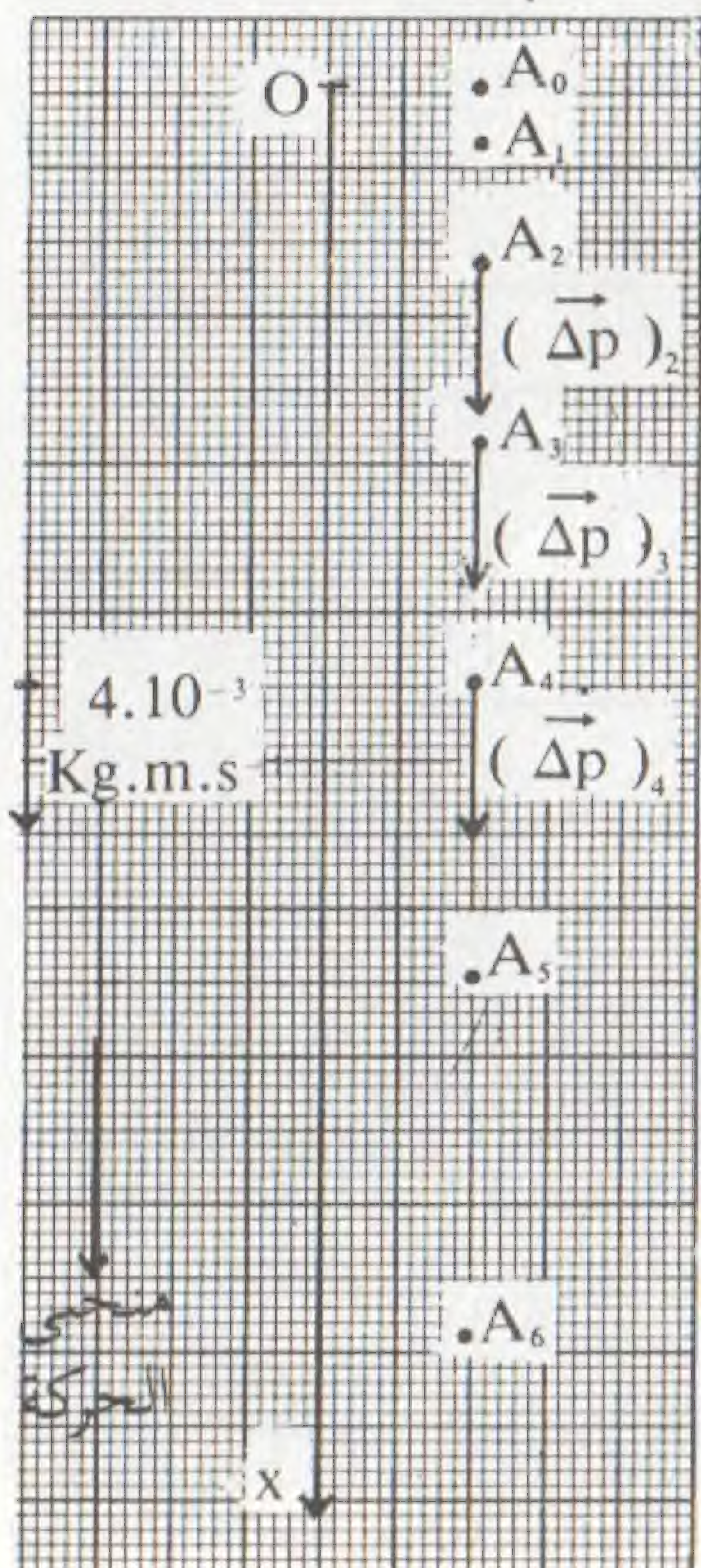
$v_1 = 0,30\ m.s^{-1}$

$p_1 = 6 . 10^{-3}\ Kg . m . S^{-1}$

$p_2 = 10 . 10^{-3} Kg.m.s^{-1}$

$p_3 = 14 . 10^{-3}\ Kg.m.s^{-1}$

$p_4 = 18 . 10^{-3}\ Kg.m.s^{-1}$



تطبيق عددي :

$(\Delta p)_2 = p_2 - p_1$

$(\Delta p)_2 = 4.10^{-3} Kg.m.s^{-1}$

$(\Delta p)_3 = p_3 - p_2$

$(\Delta p)_3 = 4.10^{-3} kg.m.s^{-1}$

$(\Delta p)_4 = p_4 - p_3$

$(\Delta p)_4 = 4.10^{-3}\ kg.m.s^{-1}$

ج ــ تمثيل المتجهات

$(\vec{\Delta p})_1$, $(\vec{\Delta p})_2$ و $(\vec{\Delta p})_3$

أنظر الوثيقة.

د ــ $\vec{u} = \frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}\ \vec{i}$

نلاحظ في السؤال ب. أن $\frac{\Delta p}{\Delta t} = cte$

وقيمته : $\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4.10^{-3}}{20.10^{-3}} = 0,2\ (N)$.

في الجدول الآتي نلخص مميزات المتجهات $\vec{P}$ و $\vec{u}$.

المتجهة	خط التأثير	المنحنى	الشدة (N)
$\vec{P}$	شاقولي	من النقطة A_0 نحو النقطة A_6	0,2
$\vec{u}$	شاقولي	من النقطة A_0 نحو النقطة A_6	0,2

بمقارنة مميزات هاتين المتجهتين نستنتج أن : $\vec{P} = \vec{u}$

أي $\frac{\overrightarrow{\Delta p}}{\Delta t} = \vec{P}$

$\vec{P}$: وزن الجسم



الهيدروليك

الهيدروليك

تذكير :

تقتصر دراسة جريان السوائل، في مقرر الخامسة، على الجريان داخل مسيرة قسرية.

★ **الصبيب الحجمي المتوسط :**

$$D = \frac{V}{t}$$

$(m^3.s^{-1})$ (s) (m^3)

V : حجم السائل المار عبر مقطع مسيرة في المدة الزمنية T

★ **صيغة الصبيب الحجمي :**

$$\underset{m^3.s^{-1}}{\underset{\uparrow}{D}} = \underset{(m^2)}{\underset{\uparrow}{S}} \cdot \underset{(m.s^{-1})}{\underset{\uparrow}{U}}$$

U : سرعة الجريان.

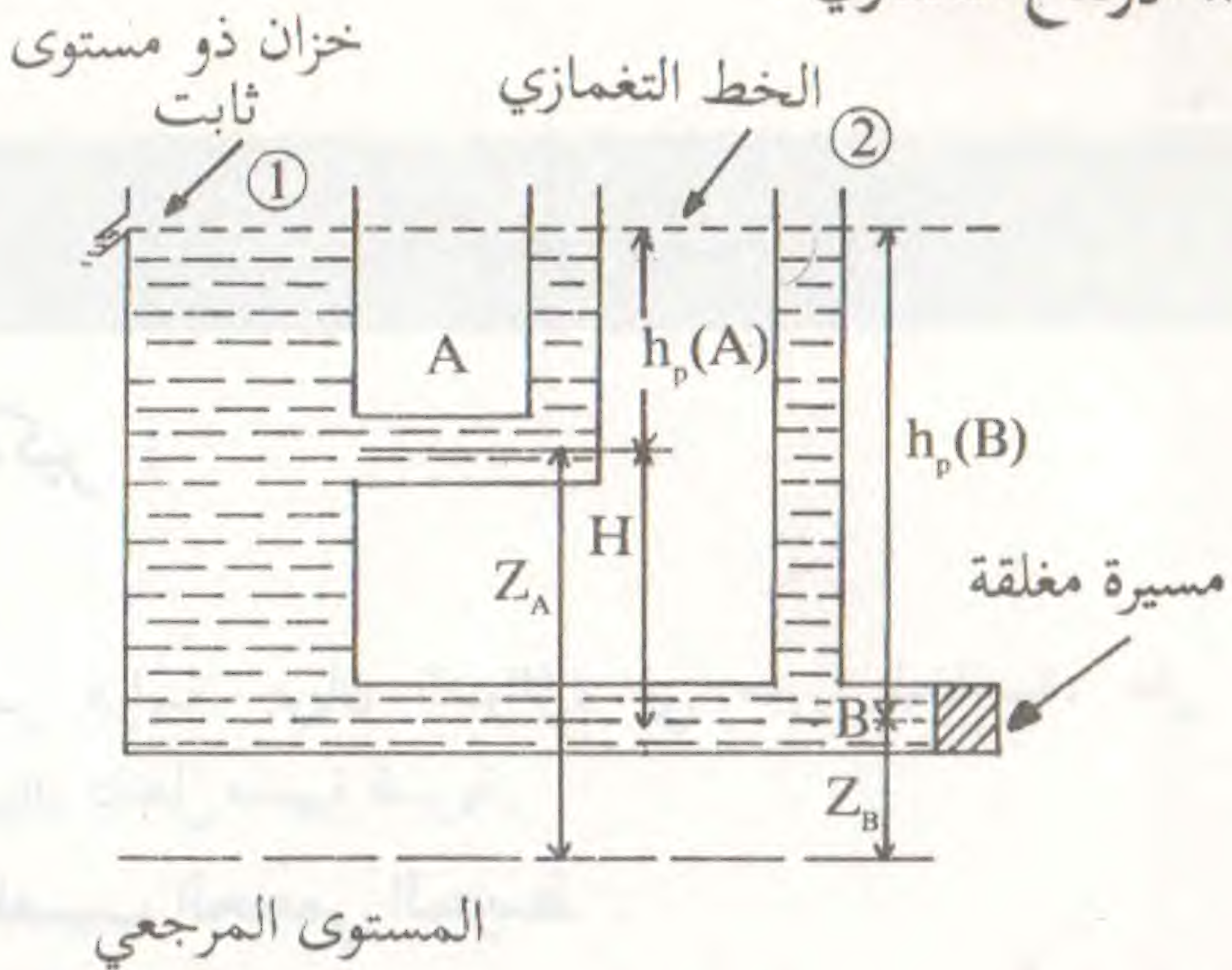
S : مساحة مقطع المسيرة.

★ **معادلة الاستمرار**

$D = S \cdot U = cte$ (ثابت)

وفي هذه الحالة يكون الصبيب الحجمي هو الصبيب الحجمي المتوسط .

★ الارتفاع التغمازي :



$h_p(A)$: يسمى الارتفاع التغمازي للنقطة A

$h_p(B)$: يسمى الارتفاع التغمازي للنقطة B

H : الفرق بين الارتفاعين التغمازيين

$$H = h_p(B) - h_p(A)$$

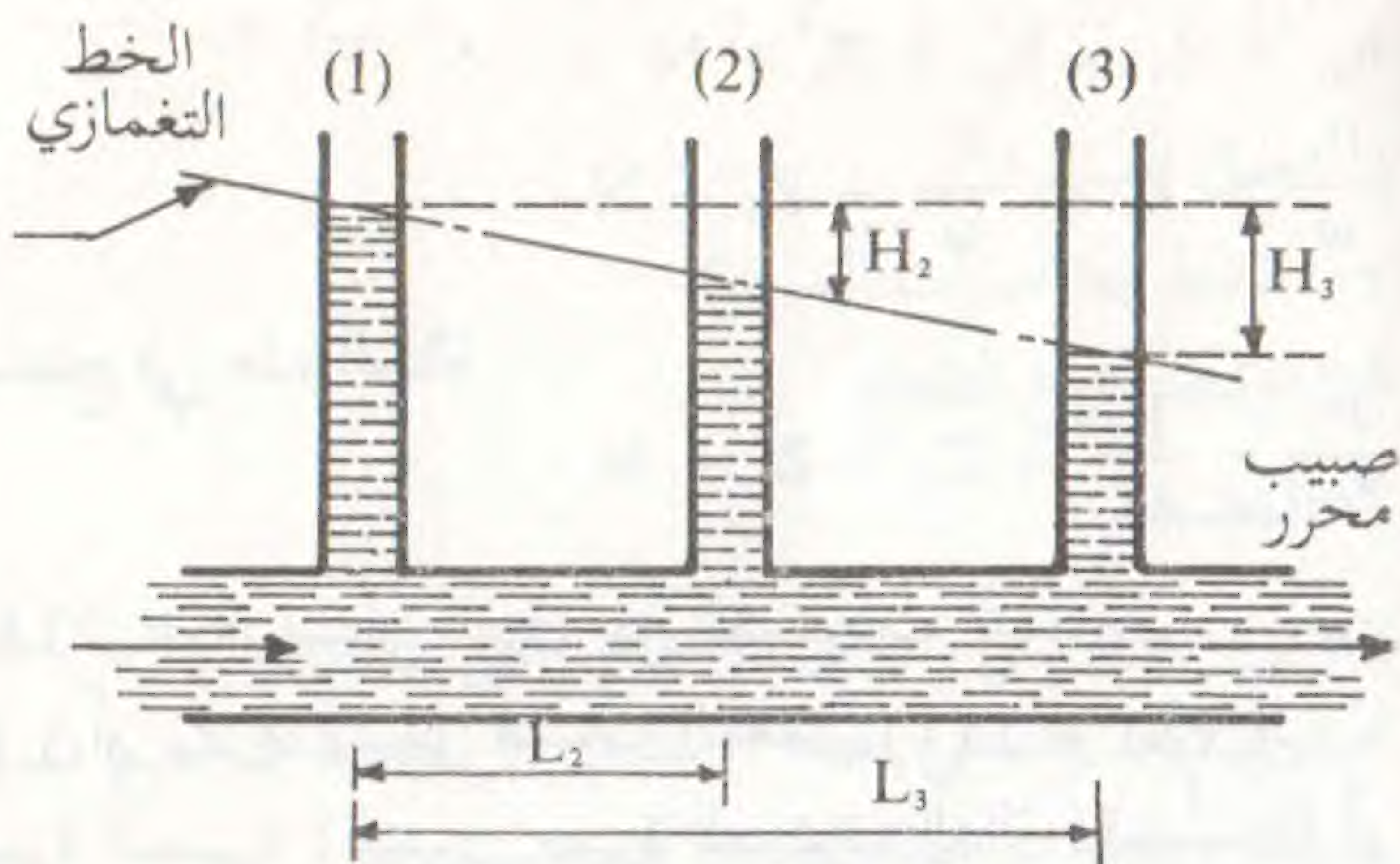
$$h_p(B) = \frac{P_e(B)}{\omega}$$

$$h_p(A) = \frac{P_e(A)}{\omega}$$

$$h_p(A) + Z(A) = h_p(B) + Z(B) = (\text{ثابتة})$$

★ دراسة المسيرات

ـــ المسيرة البسيطة الأفقية



H_2 (أو H_3) هو الفرق بين الارتفاعين التغمازيين بالنسبة لطرفي المجرى 1 و 2 (أو 1 و 3).

ونستنتج من الشكل أعلاه مايلي :

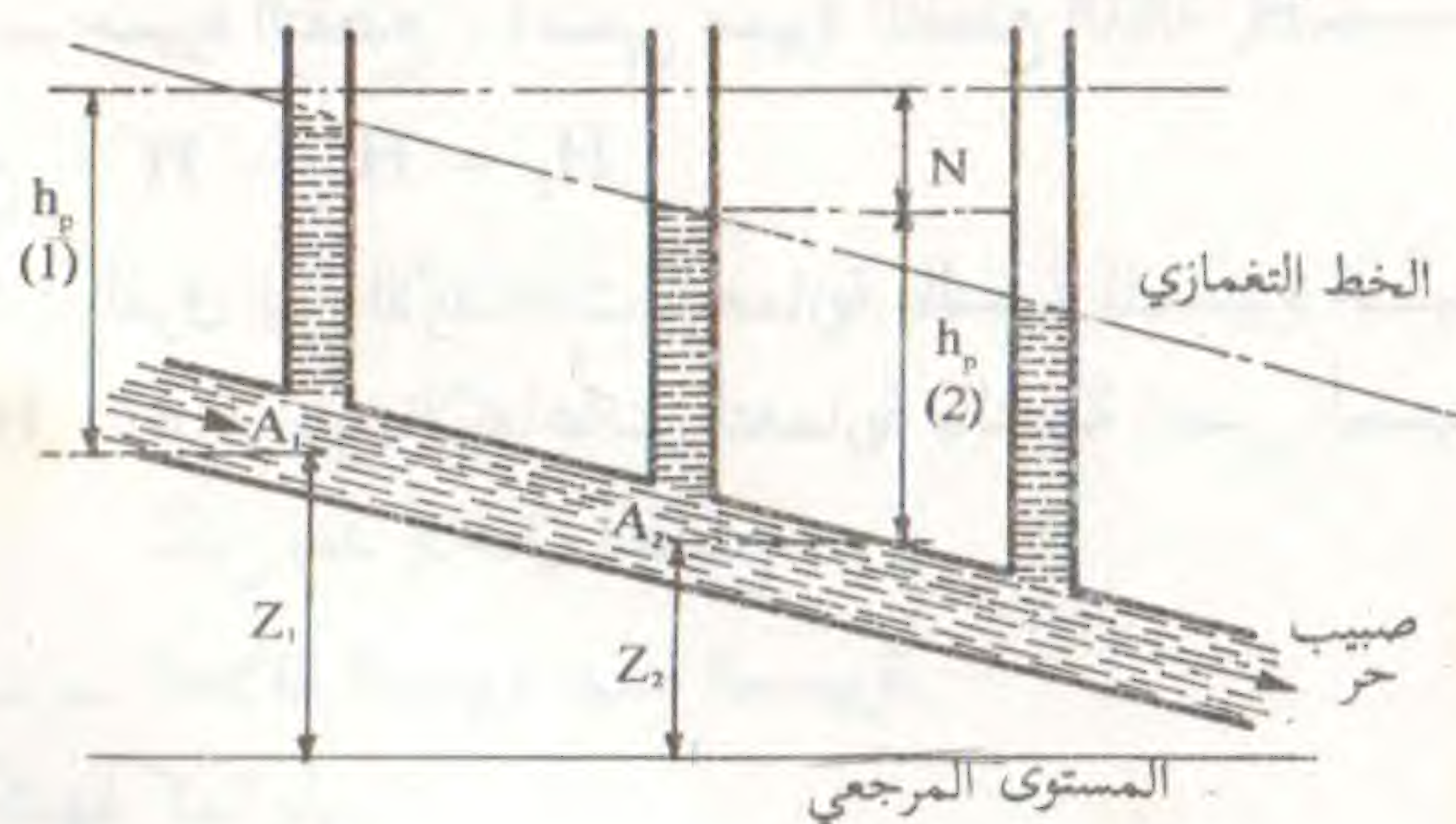
$$\frac{H_2}{L_2} = \frac{H_3}{L_3} = \text{ل} = \gamma D^2$$

ل : ثابتة ترتبط بالصبيب وبمقطع المسيرة.

D : الصبيب

γ : ثابتة ترتبط بخاصيات المسيرة.

ـــ المسيرة البسيطة المائلة



$$h_{p1} + Z_1 = h_{p2} + Z_2 + N$$

$$\frac{P_1}{\omega} + Z_1 = \frac{P_2}{\omega} + Z_2 + N$$

نستنتج في هذه الحالة :

$$\frac{P_1}{\omega} - \frac{P_2}{\omega} = Z_2 - Z_1 + N$$

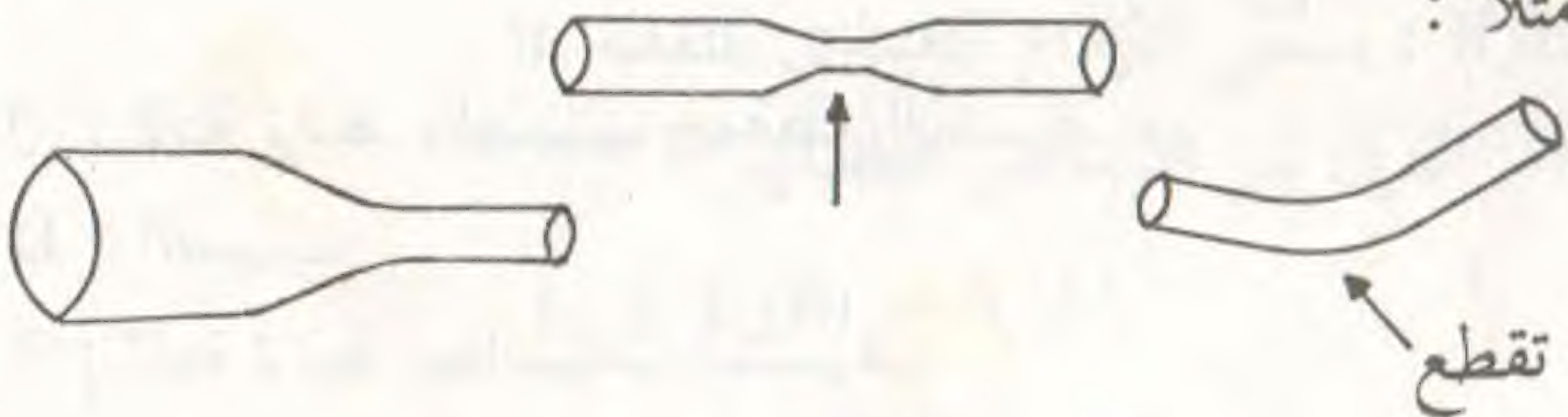
$N = \gamma L D^2$ يسمى الفرق بين المستويات التغمازية.

Z_1 (أو Z_2)، يسمى أنسوب المغماز (1) (أو (2)).

مميزة المسيرة : تسمى مميزة المسيرة، الدالة $H \xrightarrow{f} D$ أو $N \xrightarrow{g} D$ إذا كانت المسيرة مائلة.

ـــ المسيرة ذات تقطع :

هي كل مسيرة تغير مقطعها أو حصل تغير في شكلها مثلا :



أ ـــ مميزة التقطع : نسمي مميزة التقطع الدالة $H_d \xrightarrow{f} D$

مع $H_d = H' - H$

H : الفرق بين الارتفاعات التغمازية بالنسبة للمسيرة البسيطة

H' : الفرق بين الارتفاعات التغمازية بالنسبة لنفس المسيرة لكن بعد إدخال التقطع.

ب ـــ العلاقة المميزة لهذه المسيرة.

نكتبها كما يلي :

$$\frac{Pe(A)}{\omega} + Z_{(A)} = \frac{Pe(B)}{\omega} + Z_{(B)} + \gamma.\ell.D^2 + \delta D^2$$

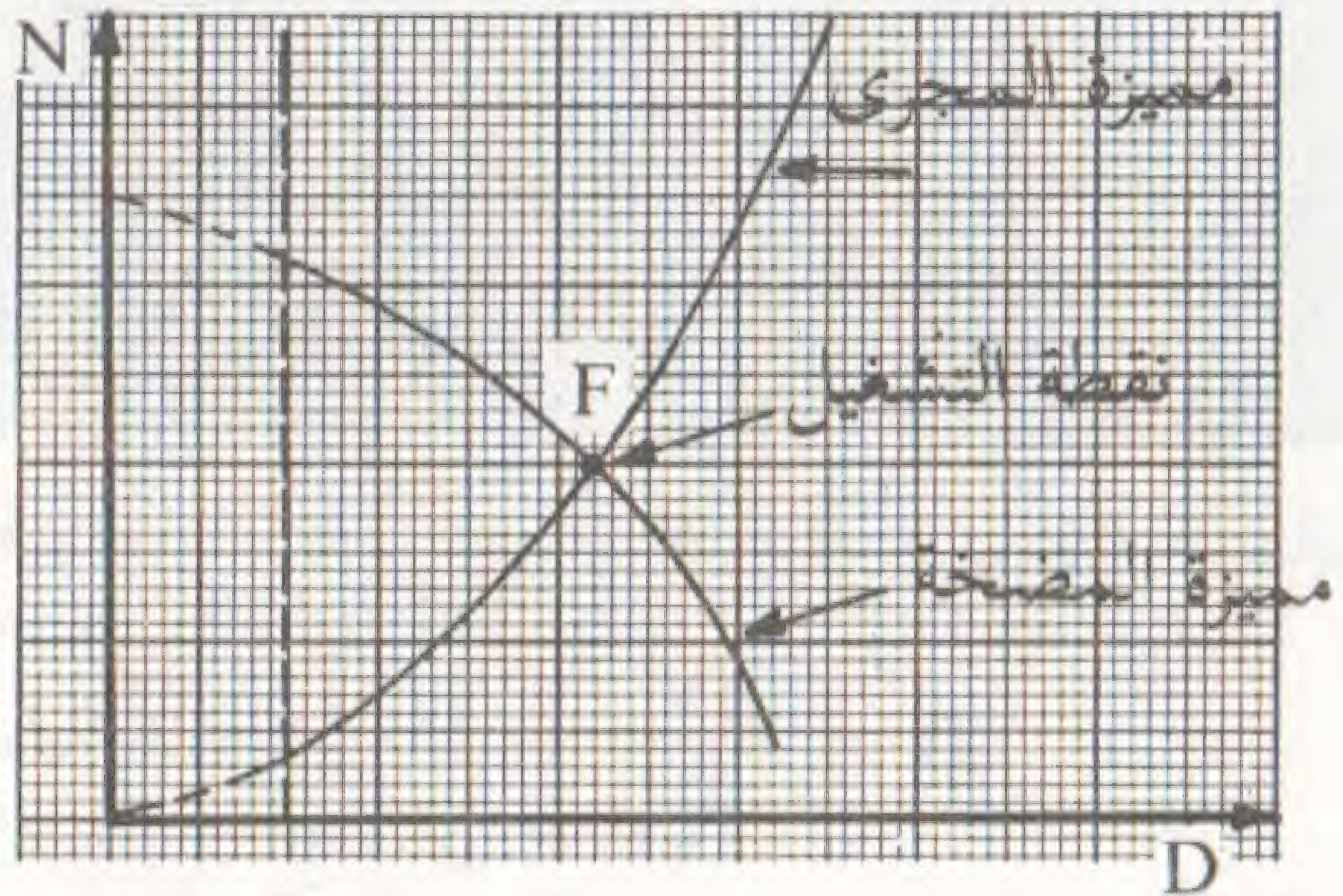
ℓ : طول المسيرة

γ : ترتبط بخاصيات المسيرة

δ : ترتبط بنوع التقطع

★ المضخة :

يتجلى دورها في اجبار السوائل على الجريان داخل دارة هيدروليكية. ونسمي نقطة الاشتغال F بالنسبة لتجميع مسيرة بسيطة ومضخة، نقطة الالتقاء بين مميزتيهما.

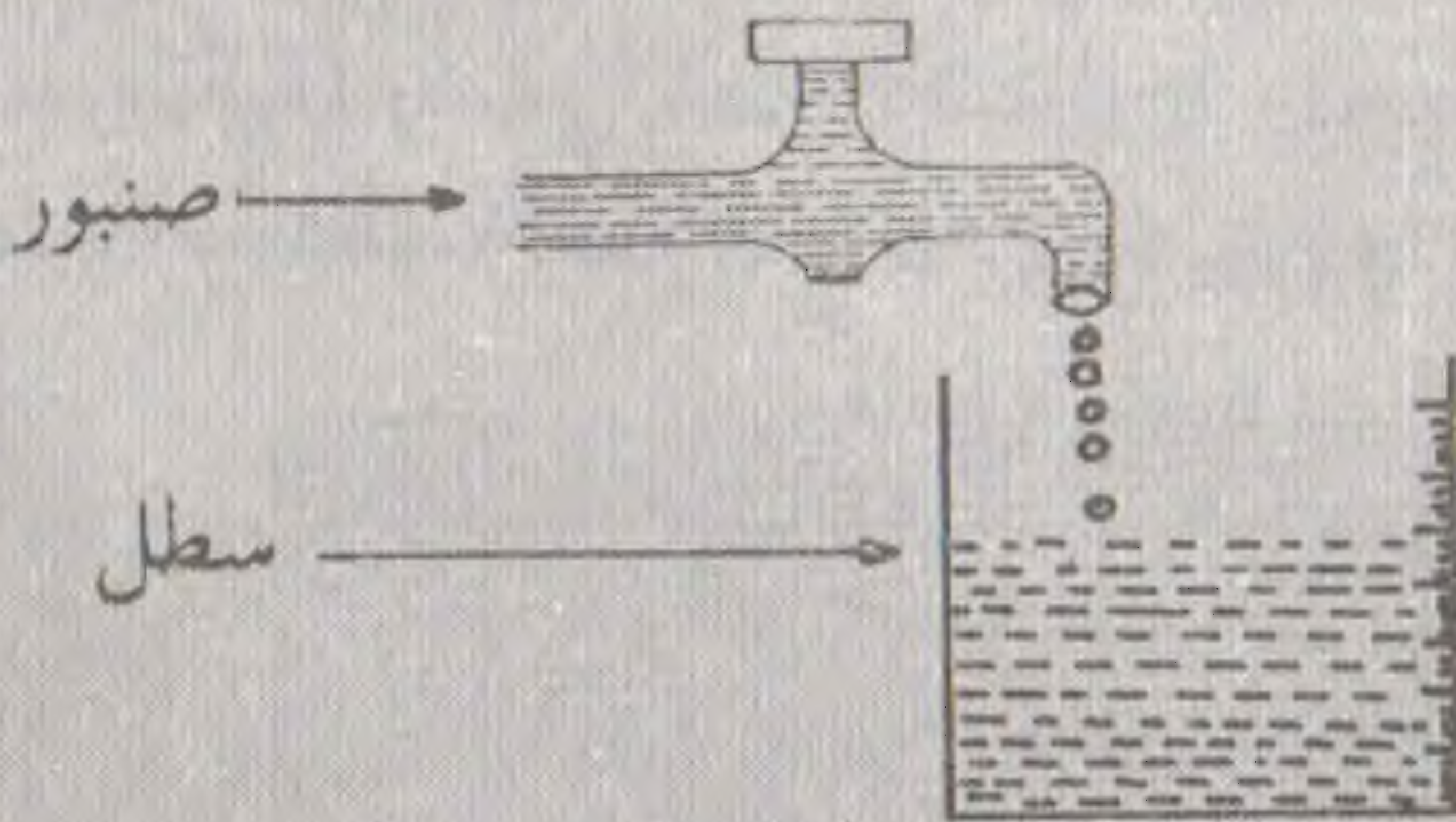


تمرين رقم 1

يستغرق ملء سطل بالماء، سعته(l)10، بواسطة صنبور، دقيقة واحدة :

أ ــ احسب، صبيب هذا الصنبور.

ب ــ ما هو معدل السرعة التي يخرج بها الماء من الصنبور إذا كان مقطعه يساوي $1,5\ cm^2$ ؟.



الحــل :

أ ــ صبيب الصنبور :

لدينا بصفة عامة : $D = \dfrac{\Delta V}{\Delta t}$

إذن في هذه الحالة : $D = 10\ l/mn$

أو $D = 1,66 \,.\, 10^{-4} m^3 \,.\, s^{-1}$.

ب ــ معدل السرعة :

نعلم أن $D = S.U$

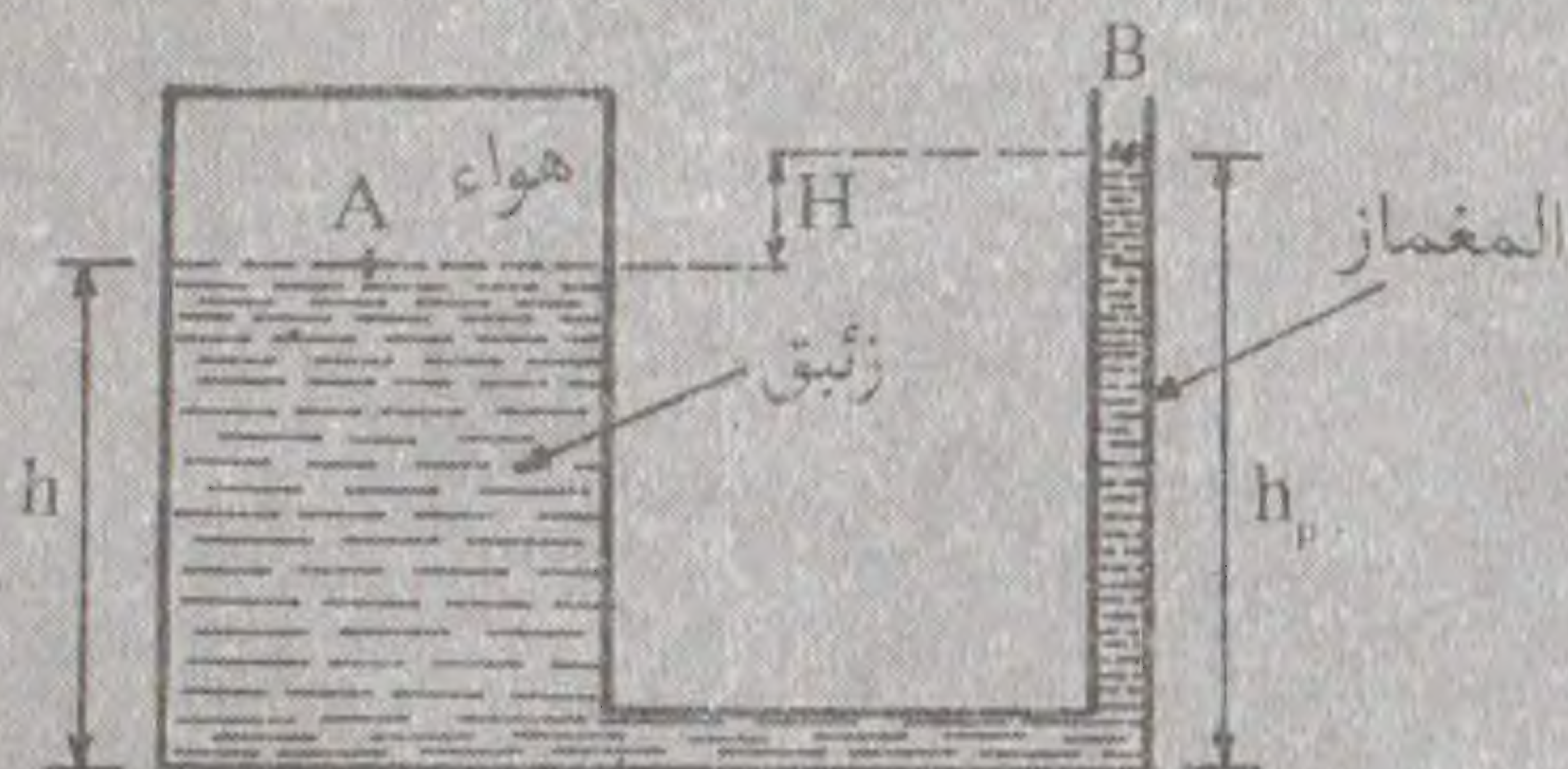
إذن $U = \dfrac{D}{S}$

وتكون قيمة U :

$$\boxed{U = 1,10\ cm/s}$$

تمرين رقم 2

قياس ضغط الهواء داخل الخزان يساوي $1,2.10^5$ Pa وارتفاع مستوى الزئبق h داخل الخزان يساوي 8 cm .



احسب الارتفاع التغمازي h_p، علما أن الكتلة الحجمية للزئبق هي : $\varrho = 13,6 \text{ g.cm}^{-3}$

الحل :

لدينا بالنسبة للنقطتين A و B :

$$P_A - P_B = \omega H'$$

$$P_A - P_B = \omega (h_p - h)$$

إذن

$$\omega h_p = P_A - P_B + \omega.h$$

أي

$$h_p = \frac{P_A - P_B}{\omega} + h$$

وتكون قيمة h_p كالتالي :

$$\boxed{h_p = 23 \text{ cm}}$$

تمرين رقم 3

في هذا التمرين، ندرس تأثير طول المسيرة على الفرق بين الارتفاعات التغمازية. فيما يلي نتائج التجربة التي أجريت بصبيبين مختلفين .

الجدول رقم (1)

65	40	0	l(cm)
56,5	38,5	10,5	H(cm)

الجدول رقم (2)

65	40	0	l(cm)
83,0	57,2	16,0	H(cm)

أ ـــ أرسم منحنى تغير H مع l بالنسبة للجدولين على نفس البيان بالسلم التالي :

محور الأفاصيل : 1 cm ⟵ 10 cm

محور الأراتيب : 1,5 cm ⟵ 10 cm

ب ـــ استنتج من الرسم قيم H الموافقة لقيم l التالية : l = 10 cm ; l = 20 cm ; l = 50 cm

ج ـــ أوجد المعامل الموجه لكل منحنى

د ـــ علما أن $H = \gamma\, l . D^2$ استنتج قيمة D_1 و D_2، إذا كانت γ تساوي في كلتا الحالتين $43,75.10^7$ حسب نظام الوحدات العالمي.

الحل :

أ ـــ انظر الرسم.

ب ـــ بالنسبة للجدول (1) :

l = 10 cm . ⟵ H = 7 cm

l = 20 cm . ⟵ H = 14 cm

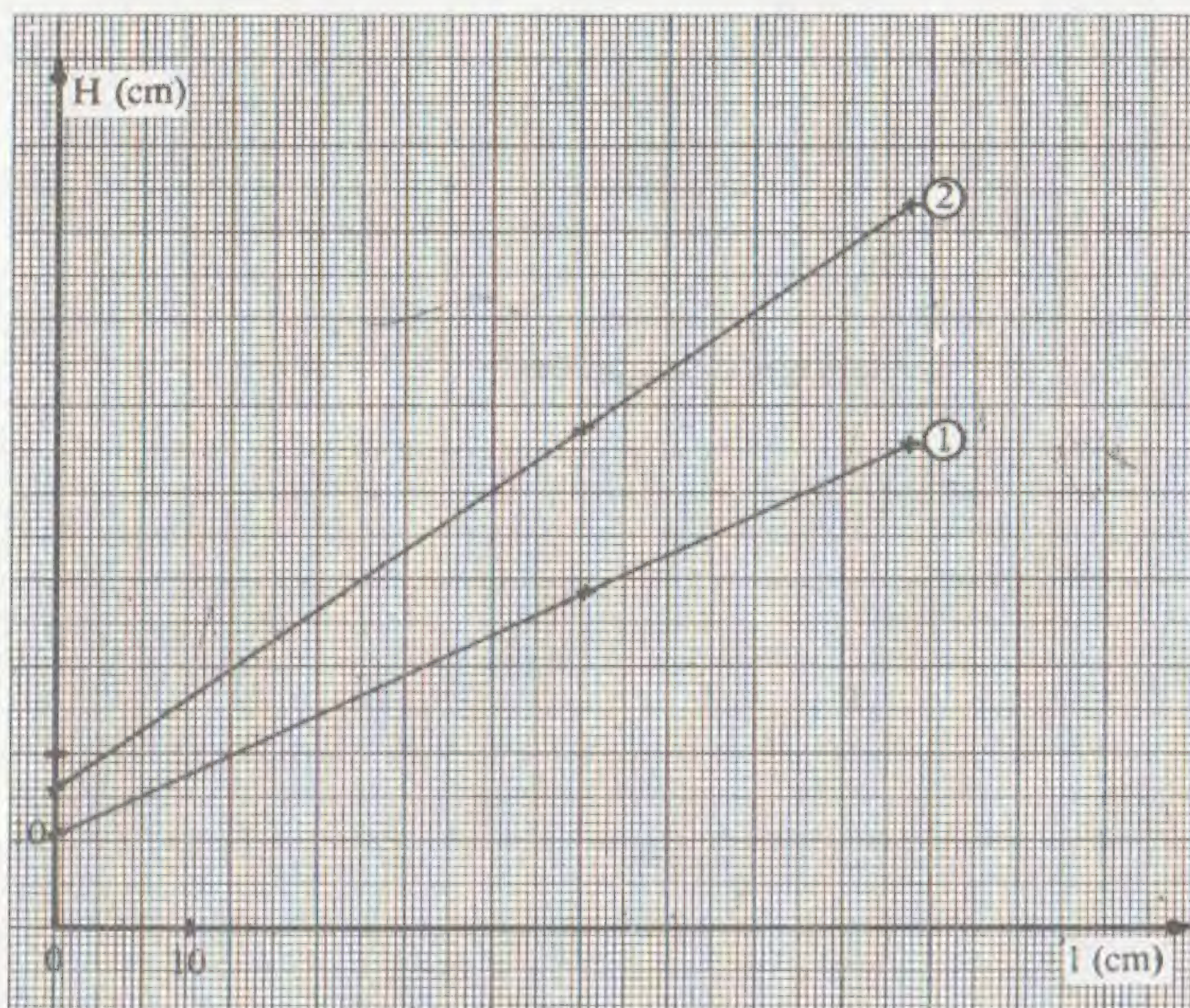
l = 50 cm . ⟵ H = 35 cm

بالنسبة للجدول (2) :

l = 10 cm . ⟵ H = 10 cm

$H = 20 \text{ cm} \longleftarrow l = 20 \text{ cm}$.

$H = 50 \text{ cm} \longleftarrow l = 50 \text{ cm}$.



ج ــ بما أن المنحنى مستقيما يمكن أن نكتب :

$C =$ المعامل الموجه له : $C = \dfrac{\Delta H}{\Delta D}$

ونجد بالتالي :

بالنسبة للمنحنى الأول :

$C_1 = \gamma D^2$ و $C_2 = \gamma D_2^2$ وهذا يمكن من الحصول على قيمتي D_1 و D_2 :

$D_1 = 2{,}4 \text{ l/mn}$
$D_2 = 2{,}92 \text{ l/mn}$

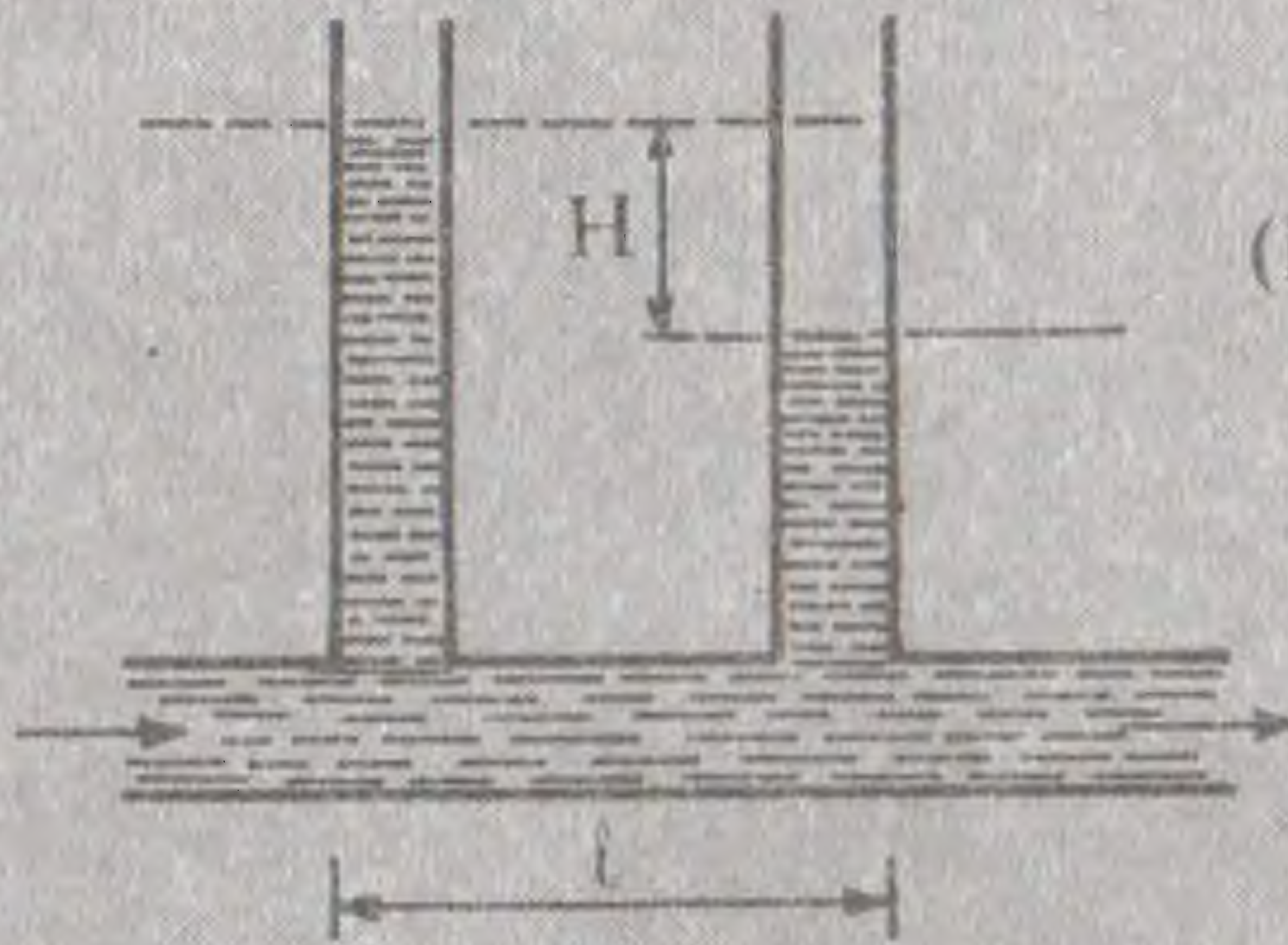
تمرين رقم 4

دراسة تغير H مع D.

لدراسة هذا التغيير نقوم بقياس H لقيم مختلفة للصبيب مع ابقاء المسافة l ثابتة.

$l = 25$ cm

(H = d.d.h.p)



فيما يلي نتائج التجربة مدونة في الجدول أسفله :

23,9	19,4	16,7	14,0	12,2	10,6	8,3	7,1	H(cm)
2,82	2,54	2,36	2,16	2,02	1,88	1,66	1,54	$D(l.mn^{-1})$
								D^2

أ ـــ اتمم الجدول أعلاه.

ب ـــ أرسم التمثيل المبياني لتغير H مع D^2 باستعمال السلم التالي :

محور الأفاصيل $1\ l^2.mm^{-2}$ ⟵ 1 cm

محور الأراتيب : 2 cm ⟵ 1 cm

ما هي طبيعة هذا المبيان.

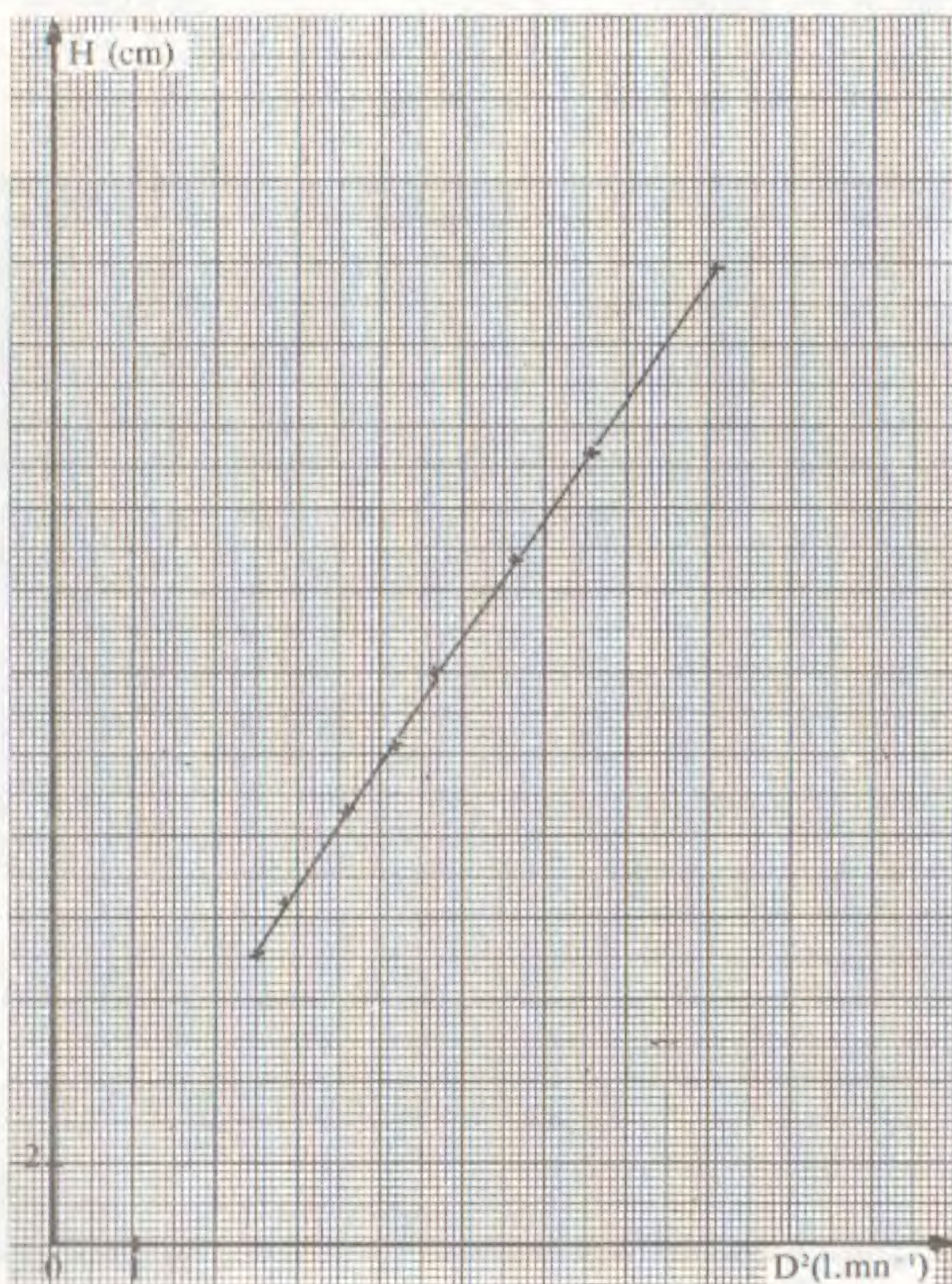
ج ـــ احسب المعامل الموجه للمنحنى السابق واستنتج منه قيمة γ إذا كانت $l = 25$ cm

الحل :

أ ــ تتمة الجدول :

23,9	19,4	16,7	14,0	12,2	10,6	8,3	7,1	H(cm)
2,82	2,54	2,36	2,16	2,02	1,88	1,66	1,54	$D(l.mn^{-1})$
7,95	6,45	5,57	4,66	4,08	3,53	2,76	2,37	D^2

ب ــ .



نلاحظ أن المنحنى مستقيما.

ج ــ المعامل الموجه: $c = \frac{\Delta(H)}{\Delta(D^2)}$

وقيمته في نظام الوحدات العالمي تساوي $10,8.10^7$.

قيمة γ : لدينا $\Delta(H) = c.\Delta(D)^2$ و $\Delta H = \gamma l.\Delta(D)^2$

نستنتج من ذلك :

$$\gamma = \frac{\Delta(H)}{l.\Delta(D^2)} = \frac{c}{l}$$

في (ن.و.ع): $\boxed{\gamma = 43 , 2 . 10^7}$

تمرين رقم 5

من أجل نقل ماء السقي، من منبع طبيعي إلى حقله، استعمل الفلاح علي، مسيرة بسيطة AB، بحيث يوجد طرفها B على ارتفاع $h = 20\ m$ بالنسبة للطرف الآخر A.

أ ــ احسب الارتفاعين التغمازيين $h_p(A)$ و $h_p(B)$، علما أن الضغط الفعلي يساوي في النقطة A، $5.10^5 Pa$ وفي النقطة B، $64.10^3 Pa$ و $\omega = 10^4\ N.m^{-3}$.

ب ــ ما هي القيمة الجبرية للفرق N بين المستويات التغمازية، بين طرفي المسيرة A و B ؟

ج ــ استنتج مما سبق منحى جريان الماء داخل هذه المسيرة.

الحل :

أ ــ لدينا العلاقتين :

$$h_p(B) = \frac{Pe(B)}{\omega} \text{ و } h_p(A) = \frac{Pe(A)}{\omega}$$

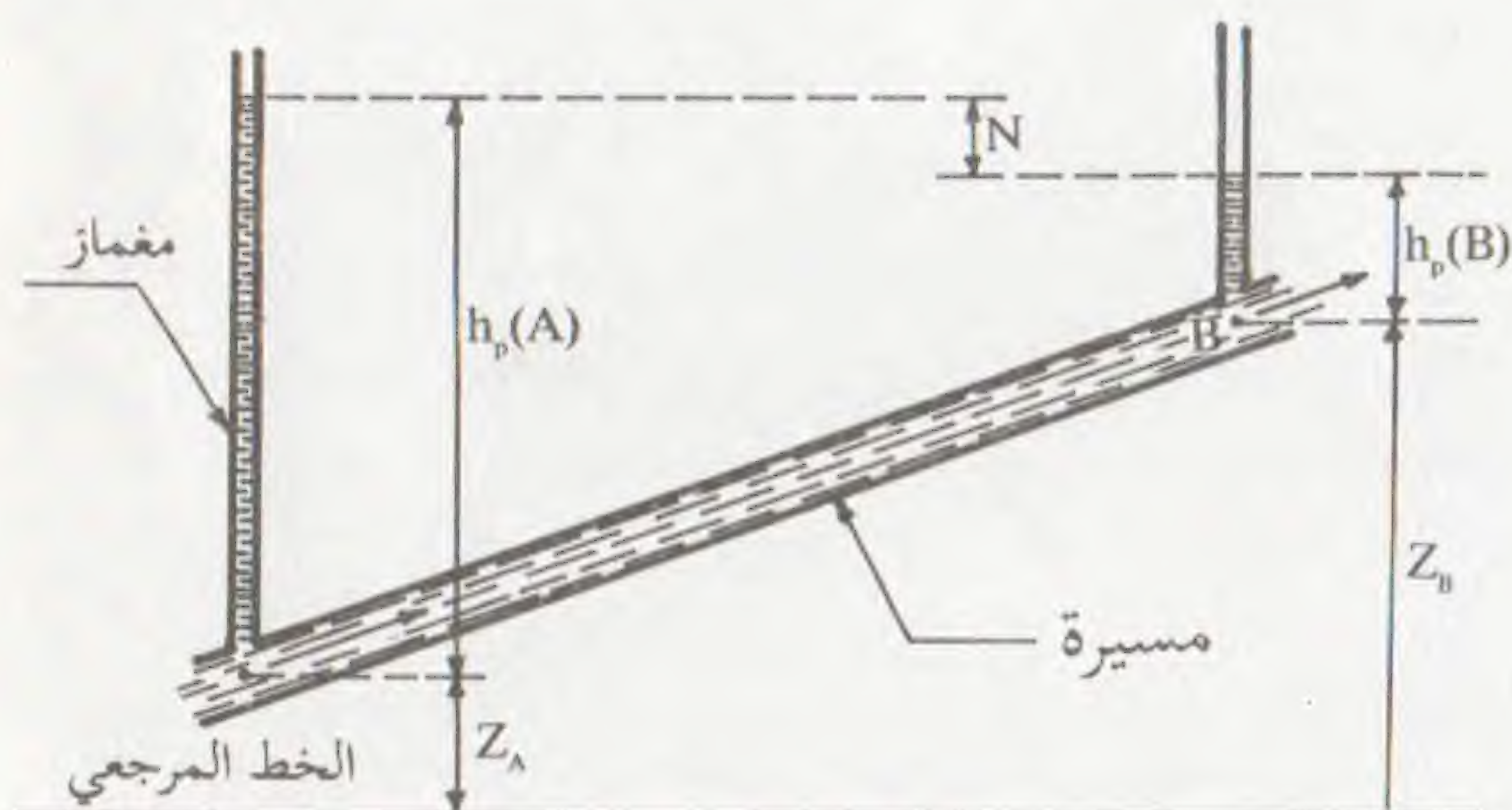
تطبيق عددي :

$\omega = 10^4 \ N.m^{-3}$ $\qquad h_p(A) = 50 \ cm$

$Pe(A) = 5.10^3.Pa$ اذن

$Pe(B) = 4.10^3.Pa$ $\qquad h_p(B) = 40 \ cm$

ويمكن ملاحظة هذا على التبيانة التالية :



ب ــ لدينا العلاقة المميزة لهذه المسيرة :

$h_p(A) + Z_A = N + h_p(B) + Z_B$

$h_p(A) + N - h_p(B) = Z_B - Z_A = \Delta Z$

إذن $\qquad N = H - \Delta Z$

تطبيق عددي : $\qquad H = 50 - 40 = 10 \ cm$

$\Delta Z = 20 \ cm$

إذن $\boxed{N = -10\ cm}$

ج ـــ نعلم أن الموائع تجري دائما نحو النقطة ذات الضغط الضعيف وهذا ما يحدث في هذه الحالة لأن $Pe(A)>Pe(B)$
إذن جريان الماء من A نحو B، ذاخل مسيرة الفلاح علي بارك الله له في ما زرع.

تمرين رقم 6

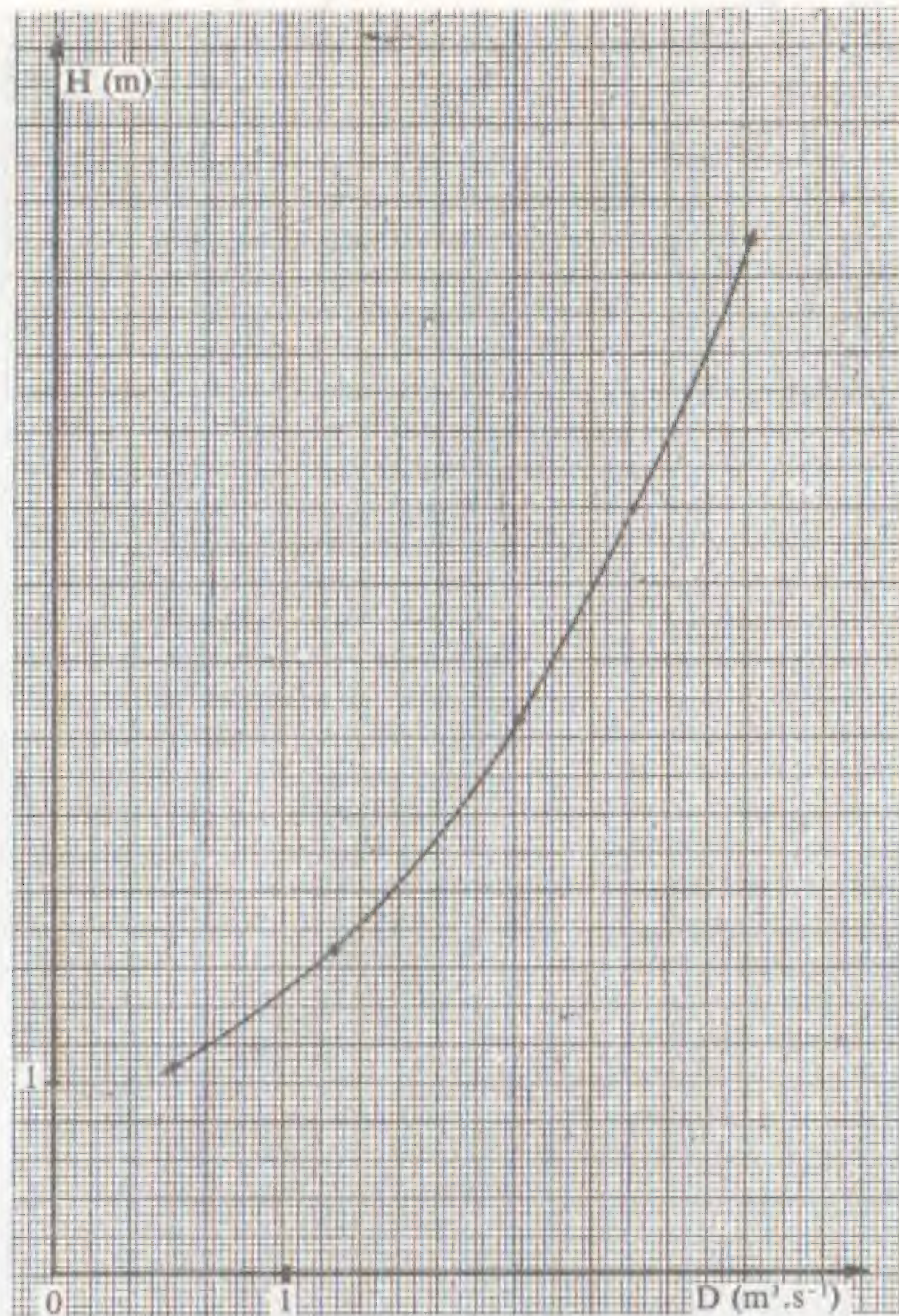
نعتبر فيما يلي مسيرة مائلة AB، ذات مقطع ثابت مساحته $S = 300\ cm^2$، بحيث يوجد طرفها B على ارتفاع 2 m بالنسبة للطرف A.

أ ـــ إذا كان الماء يجري من A نحو B. فمادا نسمي هذه المسيرة ؟

ب ـــ إذا كانت قيمة الصبيب هي $0,6\ m^3.s^{-1}$ فما هي سرعة جريان الماء داخل هذه المسيرة ؟

ج ـــ مكنت الدراسة التجريبية من خط H بدلالة D.
(H هو الفرق بين الارتفاعات التغمازية).
وهذا هو المبيان الذي حُصِّل عليه.(انظر الشكل)

أرسم على نفس المبيان، المميزة $N \xrightarrow{f} D$، مستعملا قيم H وتغير الانسوب ΔZ.



الحل :

أ ـــ إذا كان الماء يجري داخل المسيرة AB، من النقطة A نحو النقطة B، نسمي المسيرة : مسيرة صاعدة.

ب ـــ لدينا العلاقة :

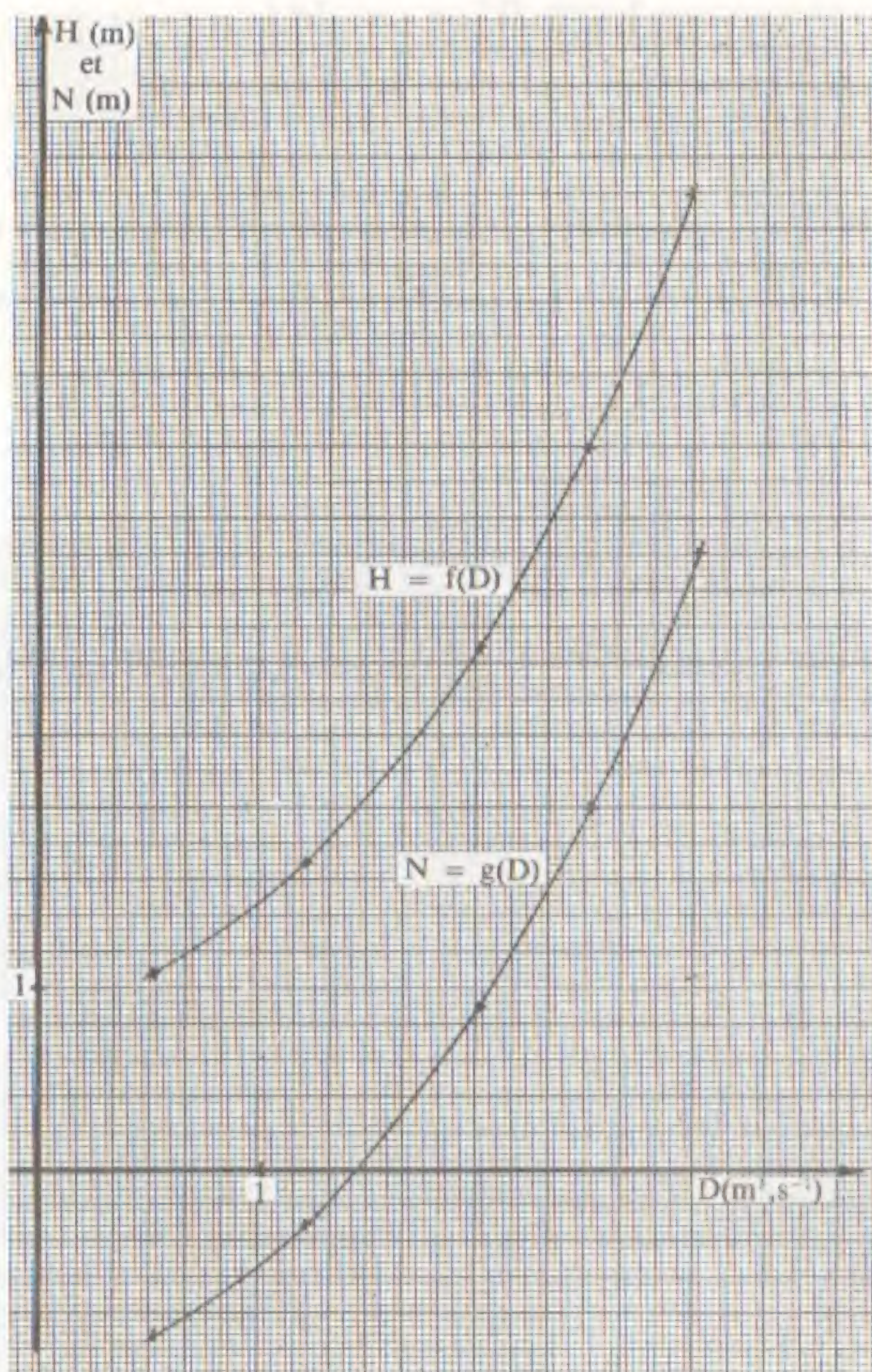
$$D = S . V$$

تطبيق عددي : $D = 0,6\ m^3.s^{-1}$

$S = 300\ cm^2 = 3.10^{-2} m^2$

إذن : $\boxed{V = 20 m.s^{-1}}$

ج ـــ لنكتب العلاقة المميزة لهذه المسيرة :



$$h_p(A) + Z_A = h_p(B) + Z_B + N$$

إذن $h_p(A) - h_p(B) = Z_B - Z_A + N$

أي $H = \Delta Z + N$

اذن $N = H - \Delta Z$

$$\Delta Z = Z_B - Z_A = 2 \text{ m}$$

العمل المبياني :

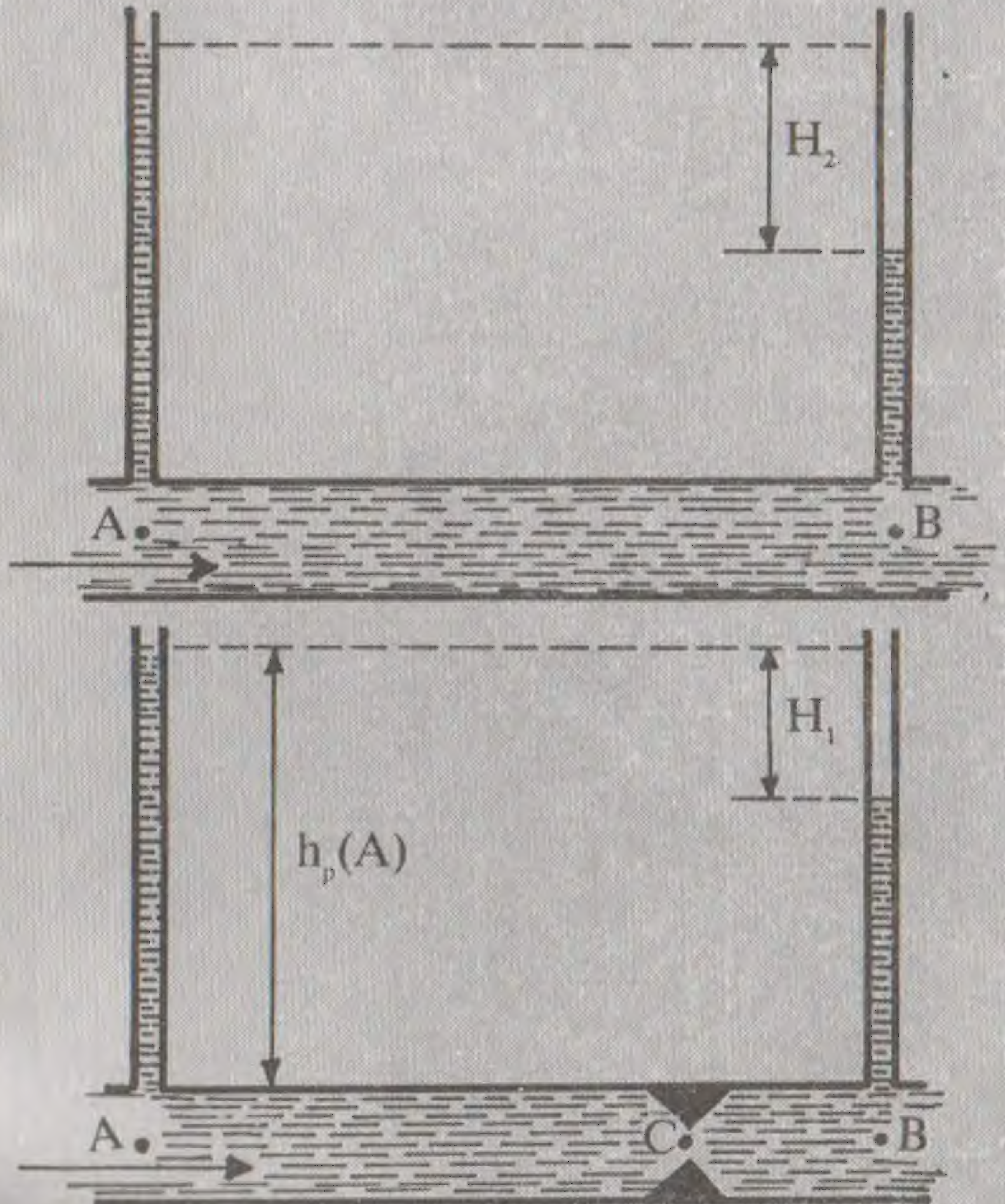
بالنسبة لكل صبيب، نطرح من قيمة H، قيمة ΔZ ونحصل على قيمة N والنقطة المقابلة له على البيان مباشرة.

تمرين رقم 7

من أجل رسم الخطوط التغمازية لمسيرة AB، ذات تقطع في النقطة C، نقيس الفرق بين الارتفاعات التغمازية بين الطرفين A و B في الحالتين التاليتين، مستخدمين نفس الصبيب D (أنظر الشكل أسفله) طول المسيرة AB يساوي 2 m والمسافة BC تساوي 0,5 m هاتين التجربتين أعطتنا القيم التالية .

$H_1 = 6$ cm $H_2 = 10$ cm

مع $h_p(A) = 14$ cm



ارسم على ورق ميليميتري الخطوط التغمازية مبينا الفرق H_d الاضافي بين الارتفاعات التغمازية الذي احدثه التقطع النقطي في النقطة C.

السلم : بالنسبة للمسيرة : 5 cm ← 1 m

بالنسبة للارتفاعات وفرق الارتفاعات التغمازية : 2 cm ← 1 cm

الحل :

نلاحظ ان لدينا نفس الارتفاع التغمازي $h_p(A)$ في كلتا الحالتين

اذن

$$h_p(B)_{(1)} = h_p(A) - H_1$$

$$h_p(B)_{(1)} = 8 \text{ cm}$$

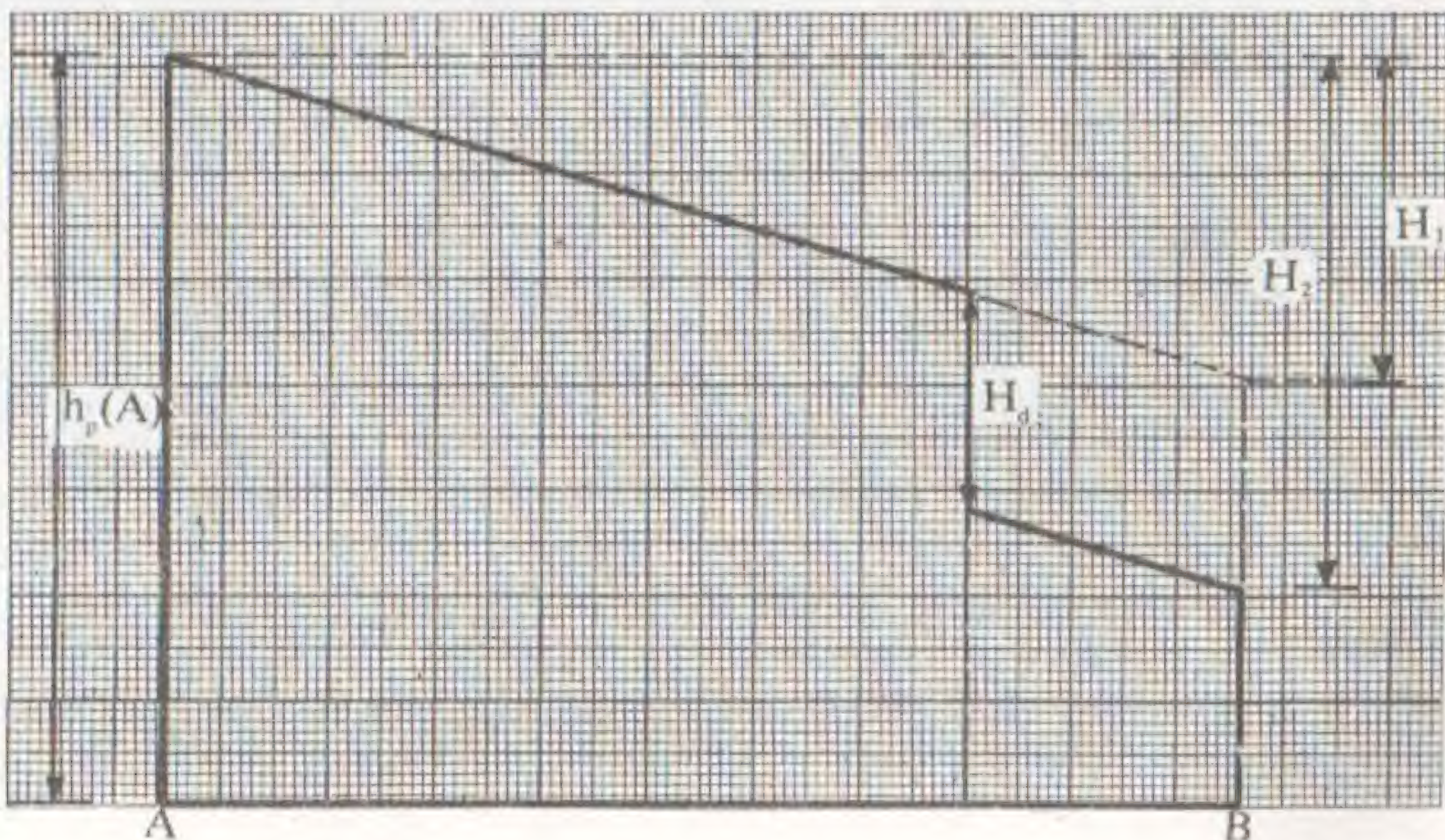
وكذلك

$$h_p(B)_{(2)} = h_p(A)_{(1)} - H_2$$

$$h_p(B)_{(2)} = 14 - 10$$

$$h_p(B)_{(2)} = 4 \text{ cm}$$

رسم الخطوط التغمازية :



قيمة H_d :

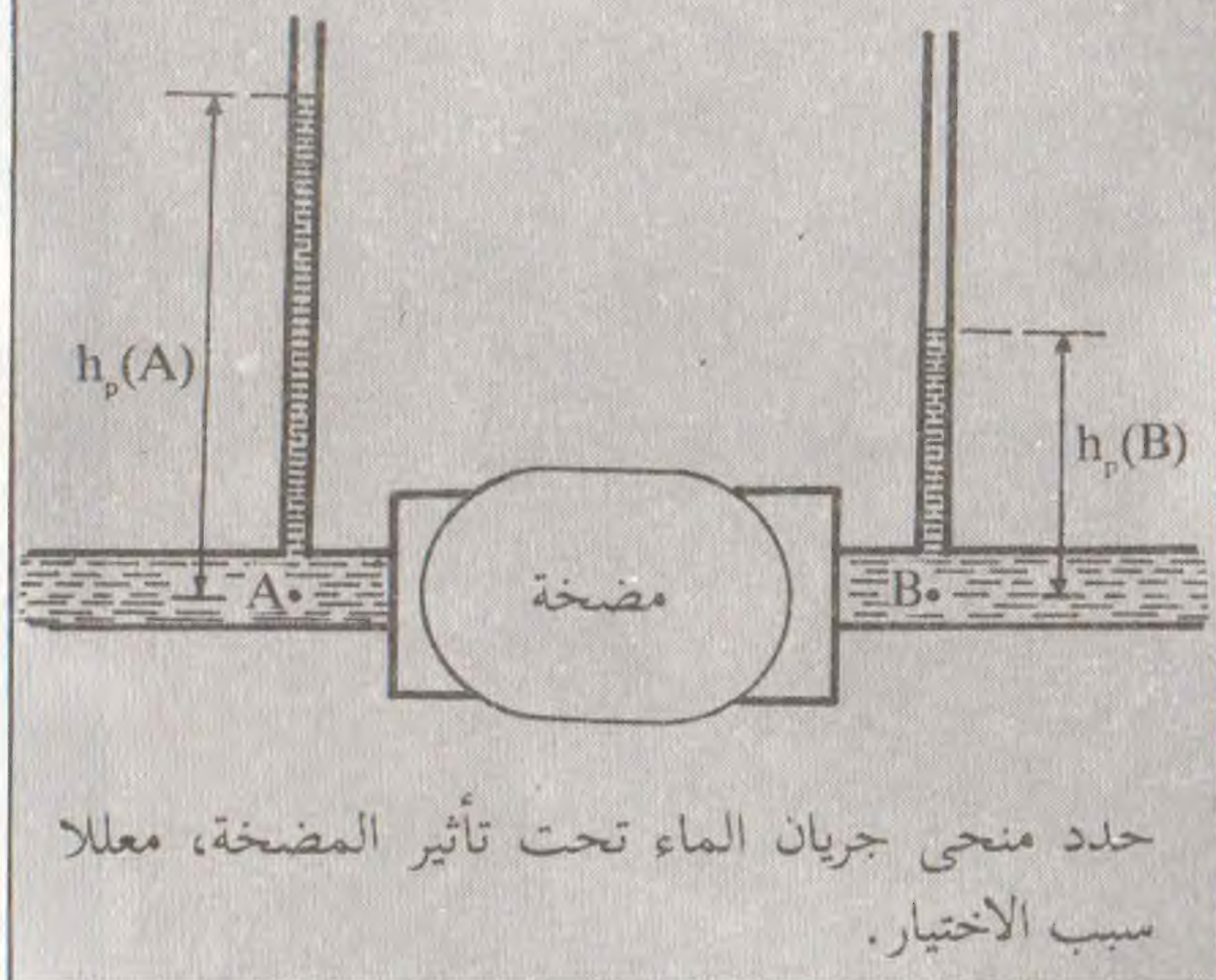
يمكن قياسها مباشرة على المبيان مع استعمال السلم طبعا.
كما يمكن استخراجها من الصيغة :

$$H_d = H_2 - H_1$$

ونجد بِكلْتَا الطريقتين : $H_d = 4\ cm$

— تمرين رقم 8

لدينا التبيانة التالية :



حدد منحى جريان الماء تحت تأثير المضخة، معللا سبب الاختيار.

الحل :

بما أن الارتفاع التغمازي $h_p(A)$ أكبر من $h_p(B)$ فإن الماء يجري حتما من النقطة B نحو النقطة A، لأن المضخة تزيد دائما في الارتفاع التغمازي.

الكهرباء

الكهرباء المتحركة

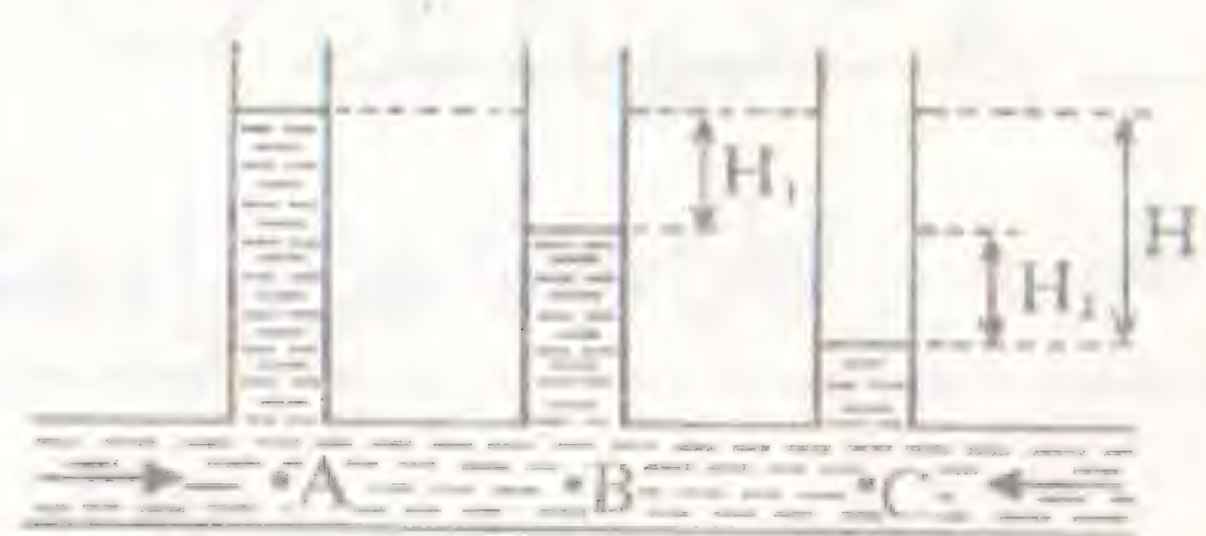
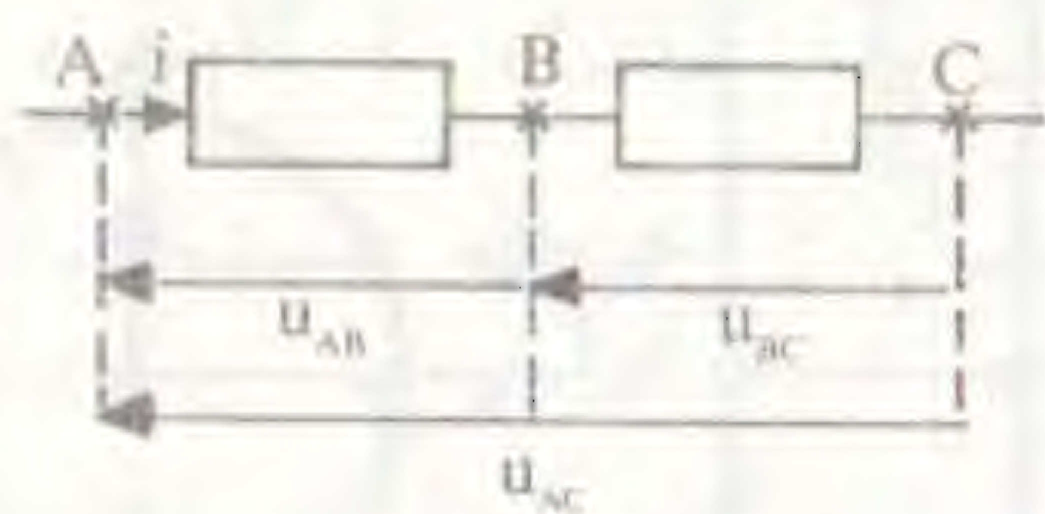
تذكير.

من أجل تبسيط مفاهيم الكهرباء المتحركة يمكن ربطها بما جاء في درس الهيدروليك باستعمال المماثلة الموجودة بينهما، ونلخص ذلك كما يلي :

الهيدروليك	الكهرباء المتحركة
— دارة كهربائية الاستعمال مضخة هيدروليكية مسيرة	— دارة هيدروليكية : الاستعمال المولد الكهربائي موصل
— جزيئات السائل	— الاليكترونات
— الصبيب $D = \frac{V}{t}$	— شدة التيار الكهربائي $i = \frac{Q}{t}$

V : حجم السائل الذي يمر عبر مقطع مسيرة في المدة t	Q : كمية الكهرباء التي تمر عبر مقطع S من الموصل في المدة t
ـــ إذا كانت D ثابتة ، نقول : تيار مستمر.	ـــ إذا كانت i ثابتة ، نقول : جريان مستمر.
ـــ إذا كانت D غير ثابتة ، نقول : جريان متغير.	ـــ إذا كانت i غير ثابتة ، نقول : تيار متغير.
ـــ الارتفاع التغمازي.	ـــ الجهد الكهربائي.
ـــ الفرق بين الارتفاعات التغمازية. $H = h_p(A) - h_p(B)$	ـــ فرق الجهد. $u_{AB} = V_A - V_B$
ـــ آلات القياس * قياس الصبيب : مخبار مدرج. * مقياس الوقت.	ـــ آلات القياس * قياس شدة التيار الكهربائي : الامبيرمتر.

	i A الاستعمال
ـــ لقياس الفرق بين الارتفاعات التغمازية نستعمل مغمازين بالتفريع.	ـــ لقياس فرق الجهد نستعمل الڤولتميتر. V i الاستعمال A B
إضافية صبيب عدة مسيرات. (قانون العقد) D_1 D_2 D_3 D $D = D_1 + D_2 + D_3$	ـــ اضافية شدة التيارات الكهربائية (قانون العقد). i_1 i_2 i_3 i $i = i_1 + i_2 + i_3$

إضافية فروق الارتفاعات التغمازية.  $$H = H_2 + H_1$$	ــ قانون جمعية التوترات  $$u_{AC} = u_{AB} + u_{BC}$$

تمرين رقم 1

احسب عدد الالكترونات التي تمر عبر مقطع موصل في الثانية الواحدة إذا كانت شدة التيار الكهربائي المستمر الذي يعبر هذا الموصل، تساوي :

أ ــ $3\ m\ A$.

ب ــ $6\ A$.

ج ــ $300\ A$.

الحل :

نعلم أن : $i = \frac{|Q|}{t}$ (1)

بحيث : i : شدة التيار الكهربائي المستمر.

t : المدة الزمنية التي يعبر فيها التيار مقطع الموصل.

Q : كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطع الموصل في المدة t وترتبط بشحنة الالكترون بالعلاقة التالية.

$Q = N.e$ (2)

N : هو عدد الالكترونات التي تمر عبر مقطع الموصل.

باستعمال العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن :

$$N = \frac{i.t}{|e|}$$

ونعلم أن : $|e| = 1,6.10^{-19}c$

$i = 3\ m\ A$ $N \simeq 1,9.10^{16}(e^-)$ (نرمز ب (e^-) للالكترون)

ب ــ $i = 6\ A$ $N \simeq 3,8.10^{19}(e^-)$

ج ــ $i = 300\ A$ $N \simeq 1,9.10^{21}(e^-)$

تمرين رقم 2

احسب عدد الالكترونات التي تمر عبر مقطع موصل، إذا كانت شدة التيار الكهربائي المستمر الذي يعبر هذا الموصل تساوي $i = 0,2\ A$ في المدة الزمنية :

أ ـــ $t_1 = 1,5\ ms$

ب ـــ $t = 0,25\ s$

ج ـــ $t = 2,5\ mn$

الحل :

نستعمل نفس العلاقة في التمرين رقم (1)

أي : $N = \frac{I.t}{|e|}$

أ ـــ $t = 1,5\ ms$ ، $N \simeq 1,9.10^{15}(e^-)$

ب ـــ $t = 0,25\ s$ ، $N \simeq 3,0.10^{17}(e^-)$

ج ـــ $t = 2,5\ mn$ ، $N \simeq 1,9.10^{19}(e^-)$

تمرين رقم 3

من أجل قياس شدة التيار الكهربائي نستعمل امبيرمترا ذو ثلاث عيارات $10\ m\ A$ ، $0,1\ A$ ، $1\ A$ وميناء مدرج من 0 إلى 100.

أ ـــ إذا كانت شدة التيار الكهربائي المراد قياسها تساوي $60\ m\ A$،ما هي العيارات الممكن استعمالها ؟ وما هي التدريجة التي تشير إليها ابرة الامبيرمتر في كل

حالة ؟ ما هو العيار الذي يعطي أوضح قراءة على الميناء المدرج ؟
ب ـــ نستعمل الآن العيار 10 m A وحده لقياس شدة تيار كهربائي ونلاحظ أن الابرة تشير إلى التدريجة 54، فما هي شدة هذا التيار الكهربائي ؟

الحل

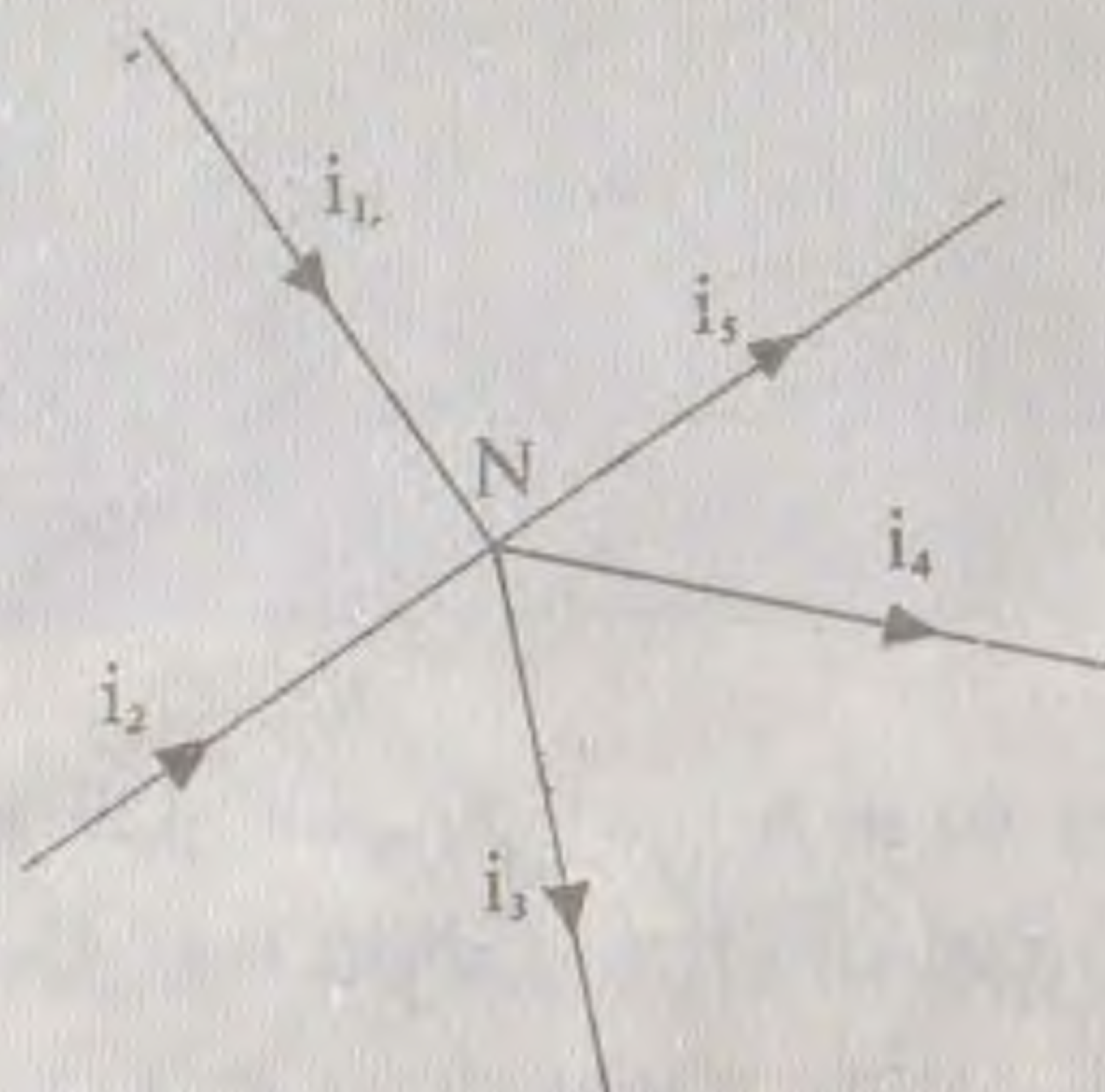
أ ـــ بما أن شدة التيار الكهربائي هي 60 m A فلا يمكننا استعمال سوى العيار 0,1 A والعيار 1 A، أما العيار 10 m A فهو أصغر من شدة التيار المراد قياسها إذن لا يمكن إستعماله.
الجدول التالي يبين التدريجة المشار إليها في كل حالة :

العيار (A)	0,1	1
السلم (قسمة)	100	100
شدة التيار (m A)	60	60
التدريجة المشار اليها	60	6

يجب استعمال العيار الذي يعطي أكبر تدريجة على الميناء المدرج يعني العيار 0,1 A وذلك للحصول على قراءة أوضح بأقل ارتياب ممكن.
ب ـــ شده التيار الكهربائي هي 5,4 m A.

تمرين رقم 4

لنعتبر العقدة N، في الشكل الآتي :



أ ــ أكتب العلاقة بين i_1 ، i_2 ، i_3 ، i_4 و i_5 الناتجة عن تطبيق قانون العقد بالنسبة للنقطة N، مستعملا توجيهات الموصلات المبنية على الشكل.

تطبيق عددي :

احسب القيمة الجبرية لشدة التيار i_2.

القيمة الجبرية لباقي شدة التيارات :

$i_1 = -0,5\ A$

$i_3 = +0,8\ A$

$i_4 = +2,1\ A$

$i_5 = -0,4\ A$

ب ــ مثل، بسهم: المنحى الاصطلاحي لكل تيار، على الشكل السابق.

الحل :

أ ـــ نطبق قانون العقد في النقطة N :

$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$$

من أجل كتابة هذه العلاقة، نأخد بعين الاعتبار فقط توجيهات الموصلات، بغض النظر عن كون القيم الجبرية سالبة او موجبة.

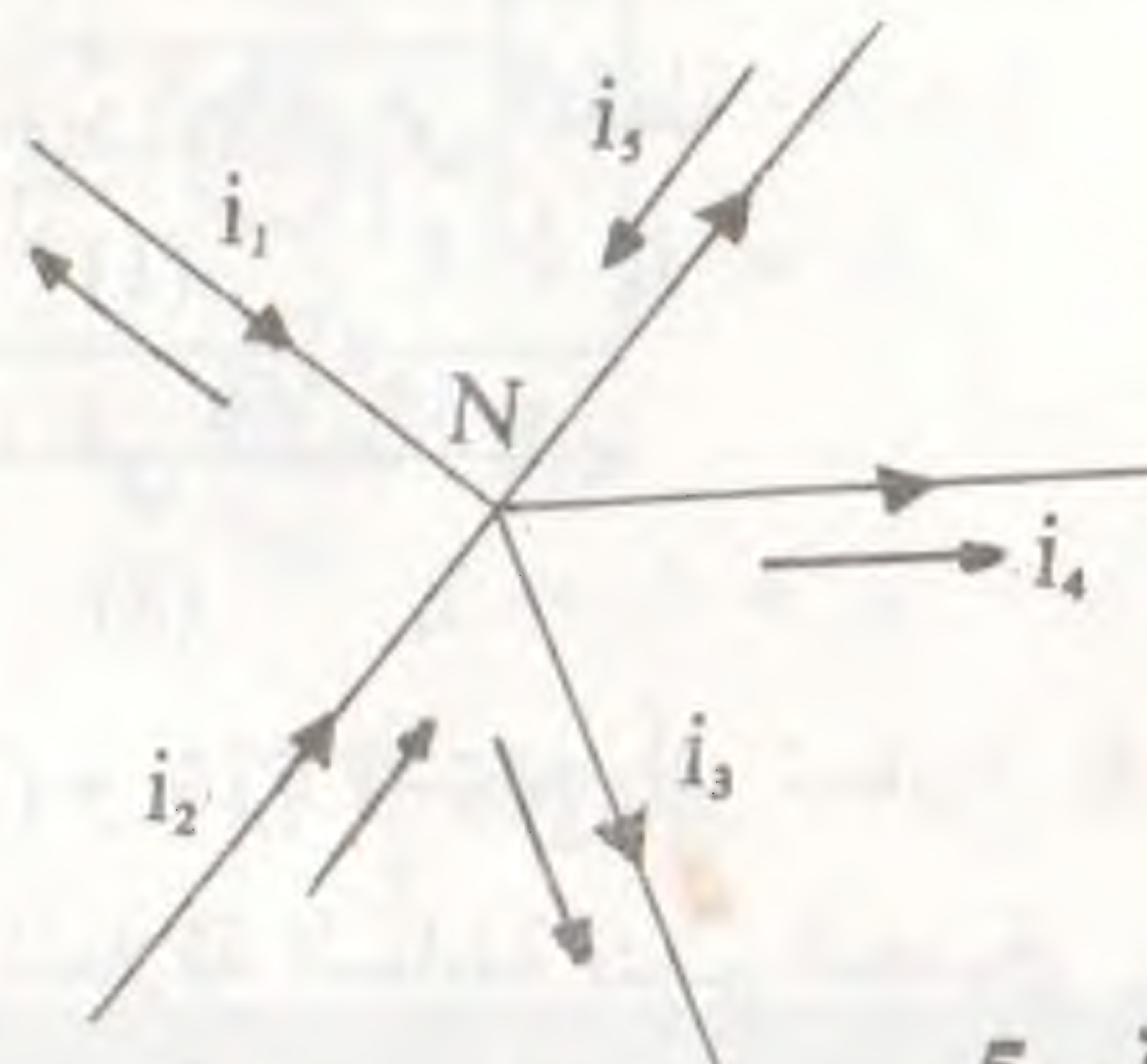
اذن : $i_2 = i_3 + i_4 + i_5 - i_1$

تطبيق عددي :

$$i_1 = 0,8 + 2,1 + (-0,4) - (-0,5)$$

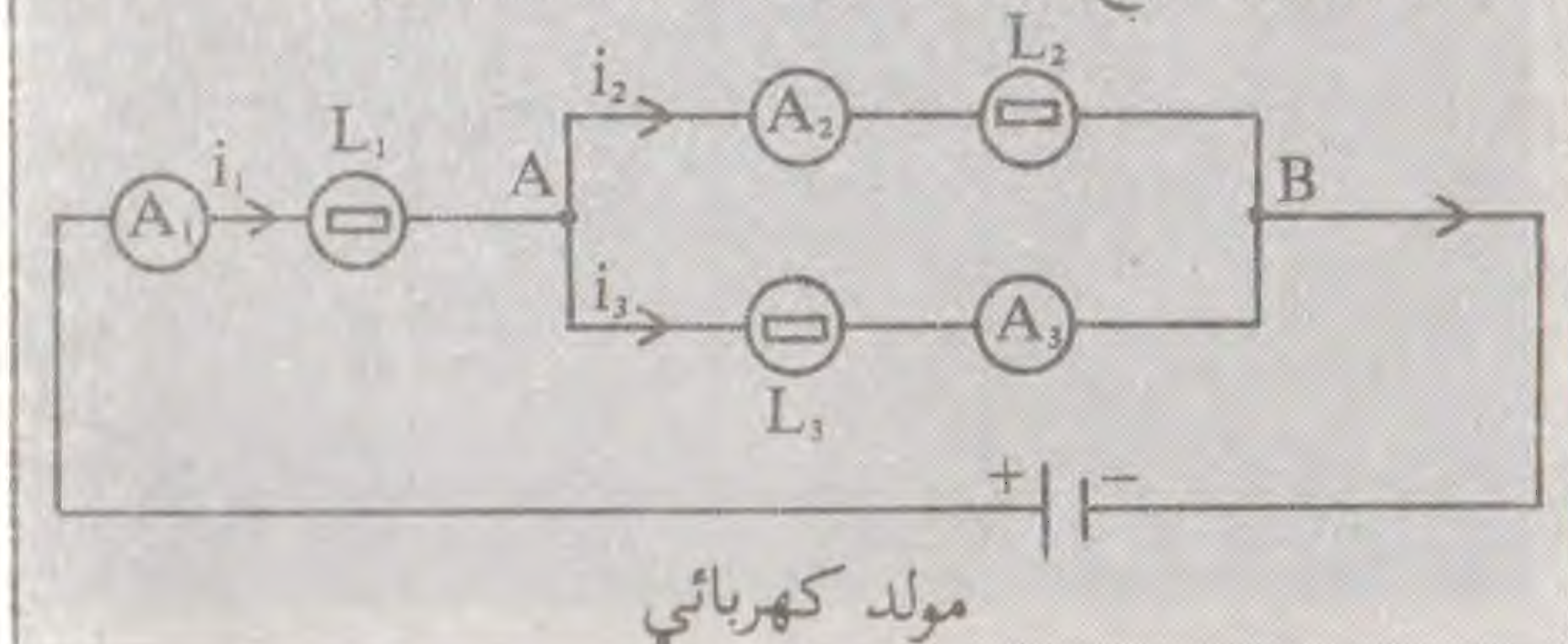
$$\boxed{i_2 = 3\ A}$$

ب ـــ



تمرين رقم 5

ثلاثة مصابيح L_1 ، L_2 و L_3 مركبة كما يلي :



أ ــ ما هي العلاقة الموجودة بين شدة التيارات الكهربائية i_1 ، i_2 و i_3.

ب ــ نفس السؤال بالنسبة لِ : i_2 ، i_3 و i_4.

استنتج العلاقة بين i_1 و i_4.

ج ــ اتمم الجدول :

0,01	.	0,5	0,5	i_1 (A)
.	10	400	.	i_2 (m A)
5	190	.	300	i_3 (m A)

الحل :

أ ــ باستعمال قانون العقد في النقطة A :

$$i_1 = i_2 + i_3 \qquad (1)$$

ب ــ قانون العقد في النقطة B :

$$i_2 + i_3 = i_4 \qquad (2)$$

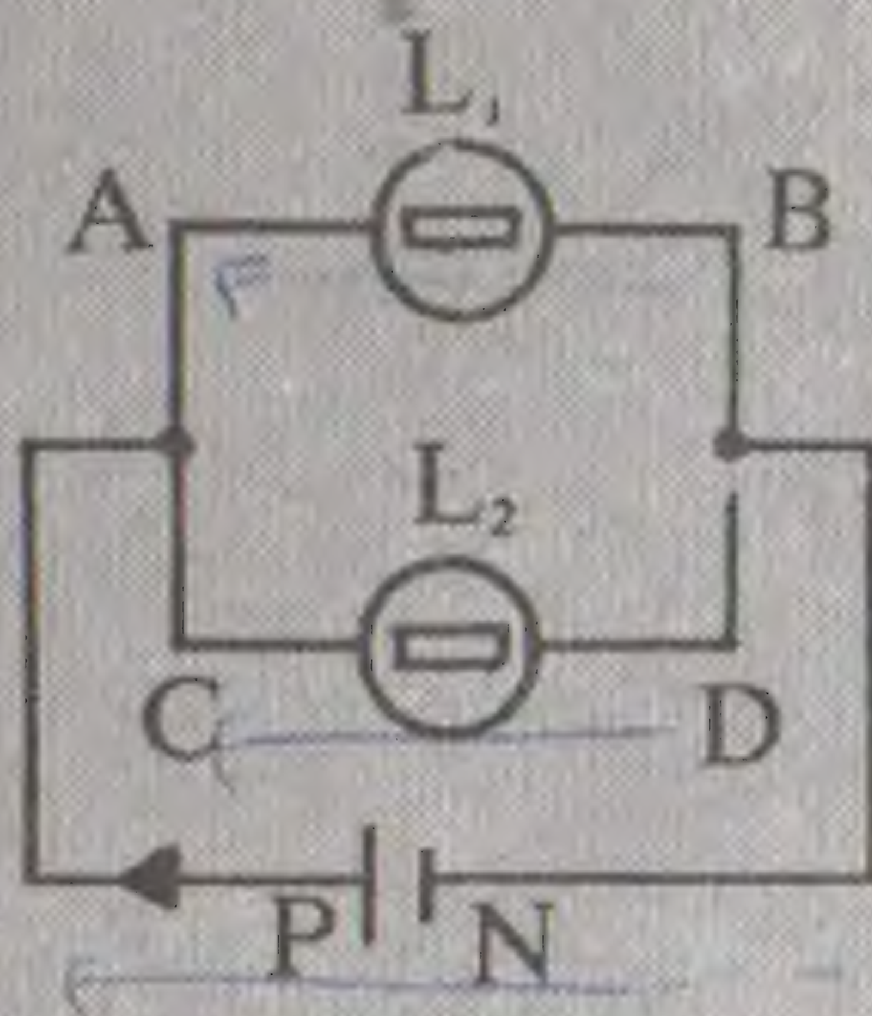
ومن العلاقتين (2) و (1) نستنتج أن : $i_1 = i_4$

ج ــ باستعمالنا للعلاقة السابقة نتمم الجدول :

0,01	0,2	0,5	0,5	i_1 (A)
5	10	400	200	i_2 (m A)
5	190	100	300	i_3 (m A)

تمرين رقم 6

أ ــ ارسم على التبيانة التالية الأسهم الممثلة للتوترات : u_{NP} ، u_{CD} ، u_{AB}



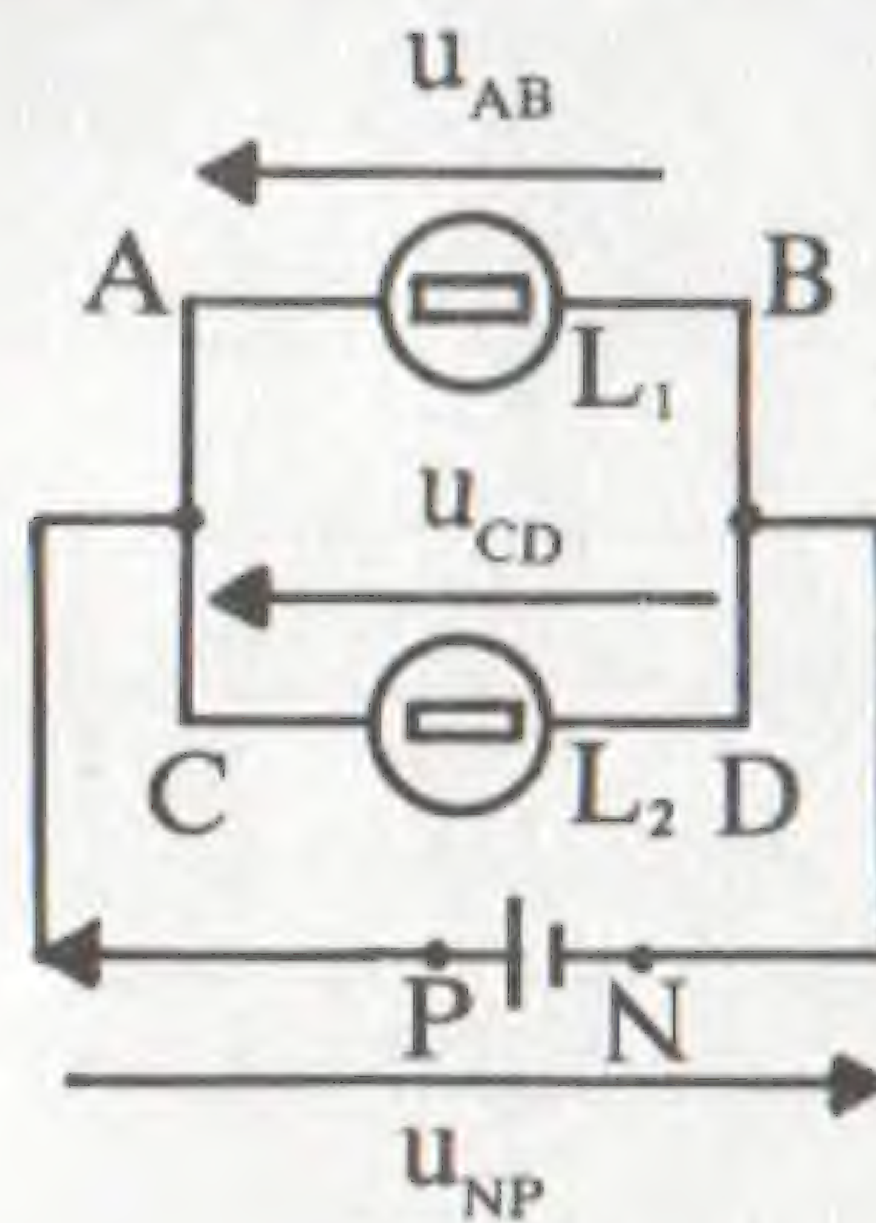
ب ــ إذا كانت قيمة u_{PN} هي $4,5\ V$

فما هي قيم التوترات ؛

u_{AB} و u_{CD}

الحل :

أ ــ



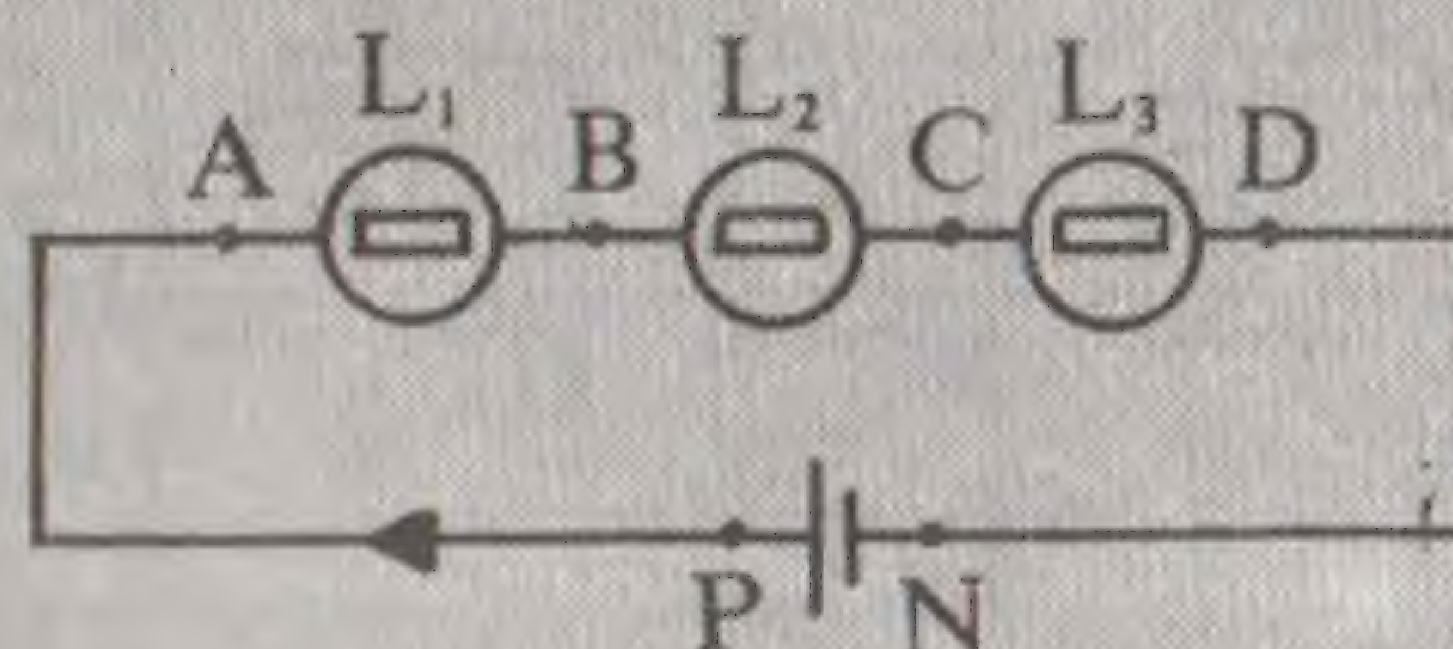
ب ــ لدينا :

$u_{PN} = u_{AB} = u_{CD}$ إذن $u_{AB} = u_{CD} = 4,5\ V$

تمرين رقم 7

أ ــ أرسم على التبيانة التالية الأسهم الممثلة لفرق الجهد :

u_{NP} ؛ u_{AB} ؛ u_{CD} ؛ u_{BC}.

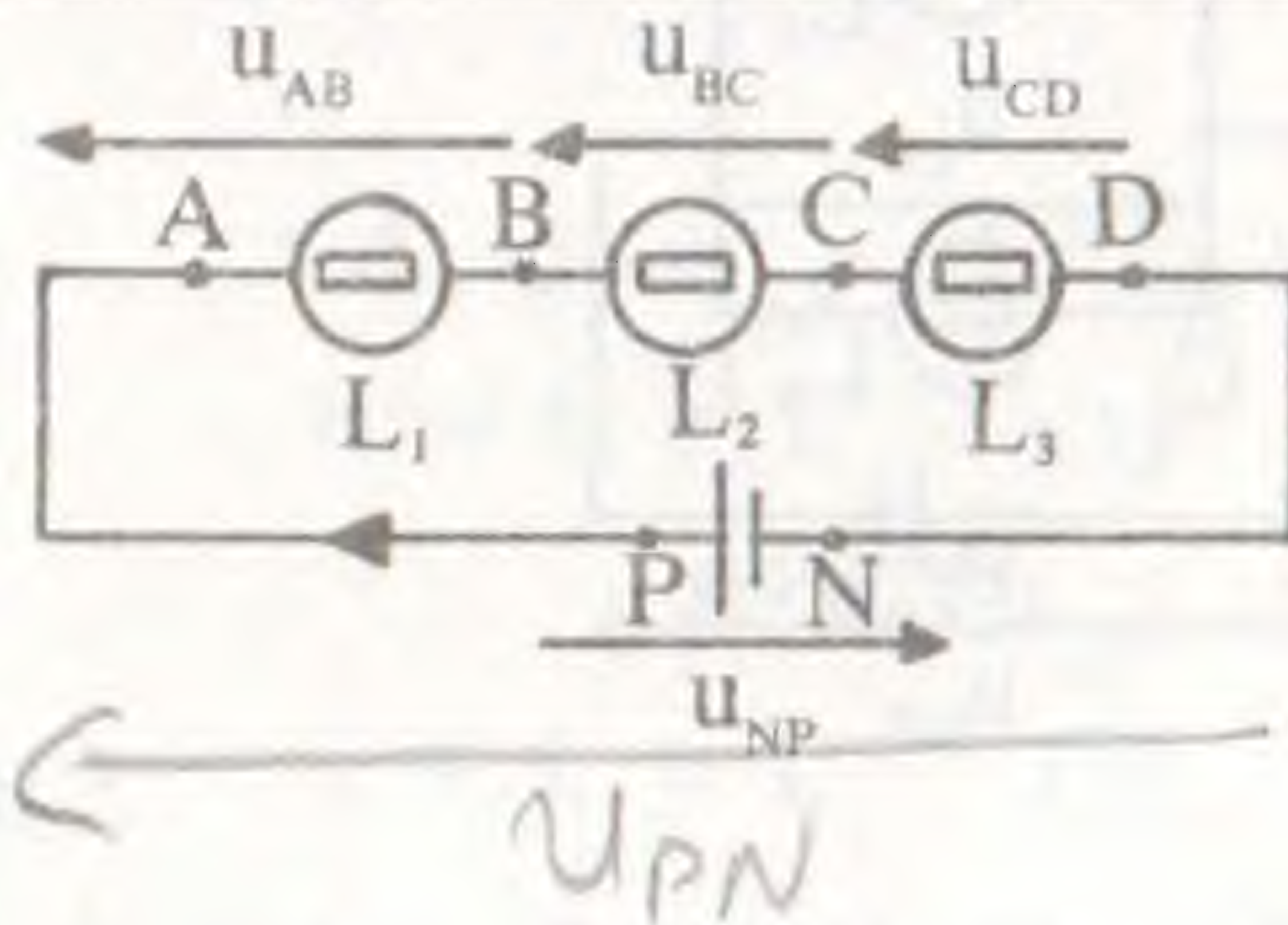


ب ـــ اتمم الجدول التالي :

u_{PN} (V)	12	.	6	24
u_{AB} (V)		4	1,75	10
u_{BC} (V)	2	1,5		3,5
u_{CD} (V)	5	3,5	3	

الحل :

أ ـــ



ب ـــ

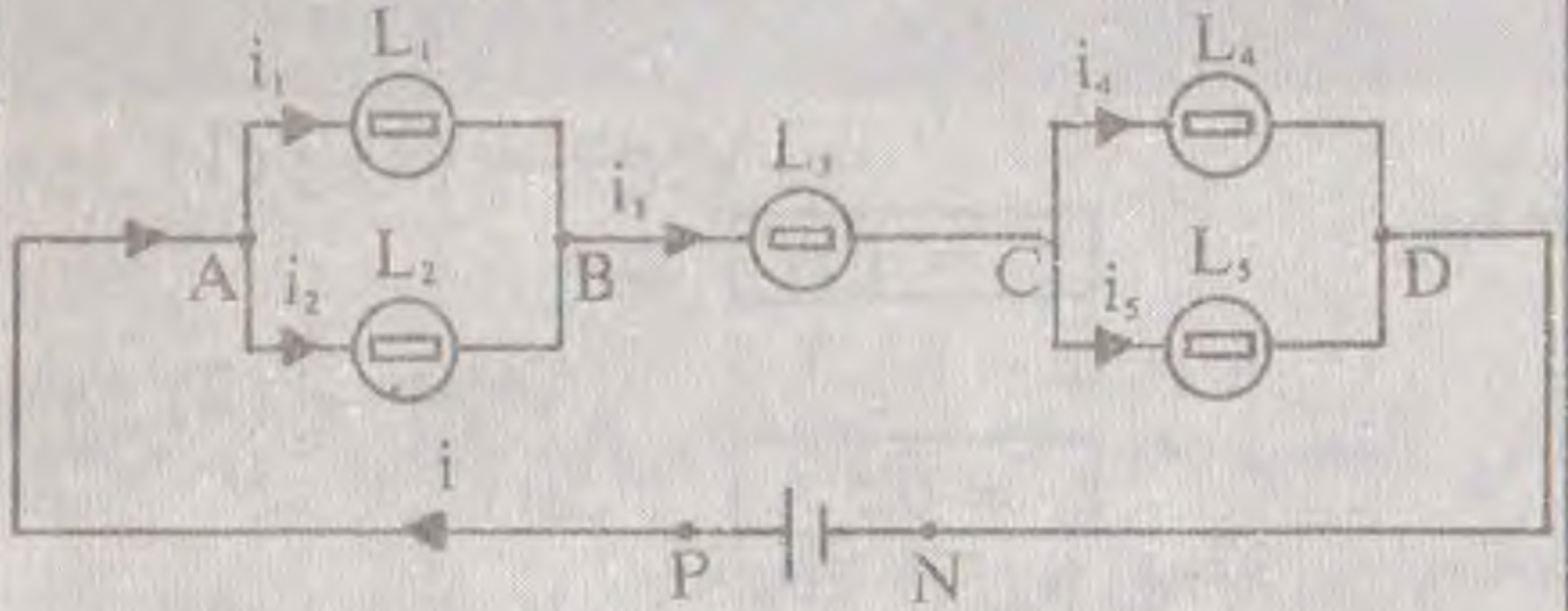
المصابيح مركبة على التوالي :

إذن : $u_{PN} = u_{AB} + u_{BC} + u_{CD}$

u_{PN} (V)	12	9	6	24
u_{AB} (V)	5	4	1,75	10
u_{BC} (V)	2	1,5	1,25	3,5
u_{CD} (V)	5	3,5	3	10,5

تمرين رقم 8

لنعتبر الدارة الكهربائية المكونة من 5 مصابيح ومولد كهربائي، مركبة كما في التبيانة التالية.



أ ــ ارسم الاسهم الممثلة لفرق الجهد الكهربائي :

u_1 ؛ u_2 ؛ u_3 ؛ u_4 ؛ u_5 ؛ و u_{NP}

ب ــ احسب قيم i_3 ؛ i_1 و i_5 علما أن :

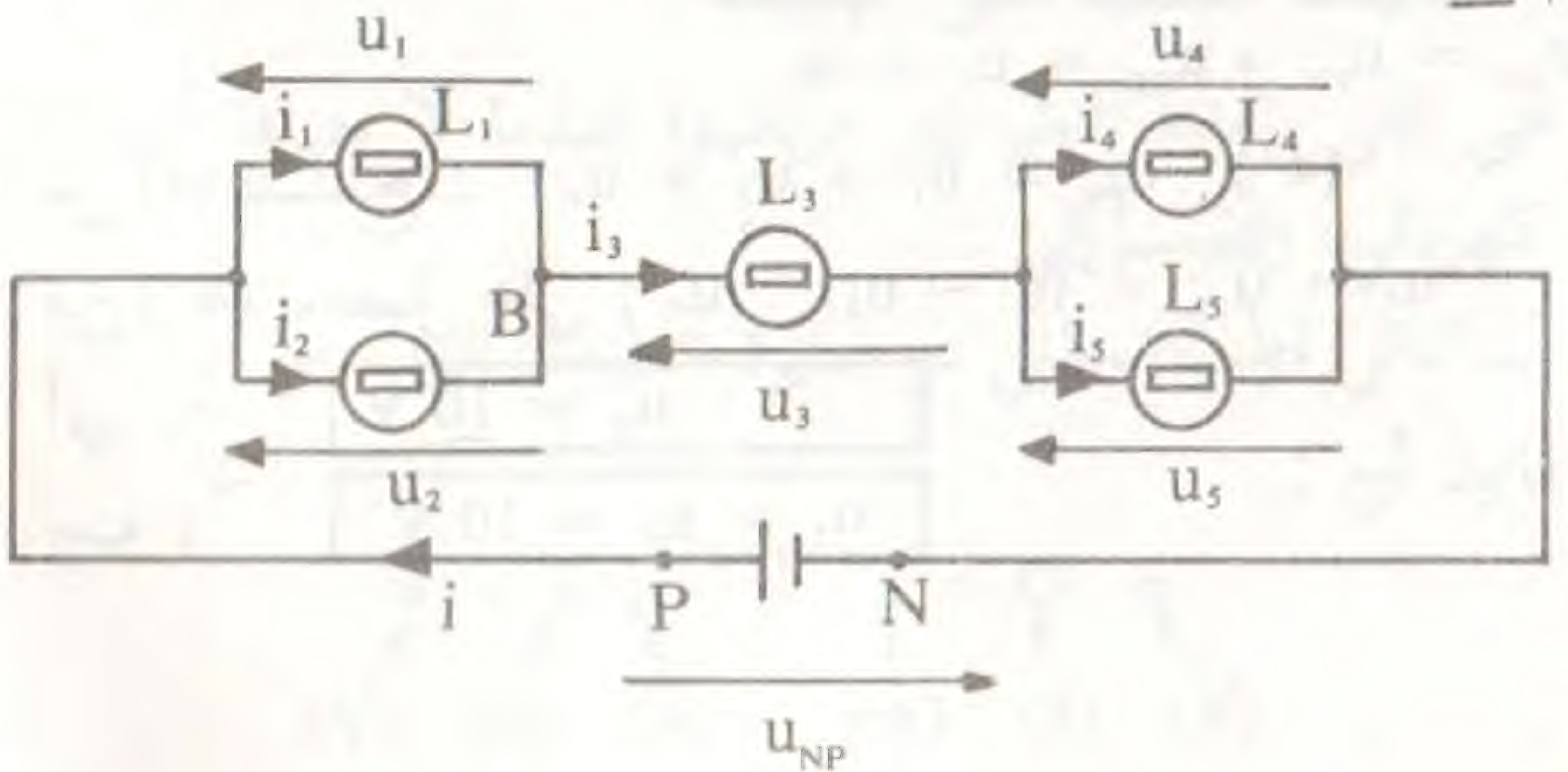
$i_4 = 0,5\ A$ ؛ $i_2 = 0,2\ A$ ؛ $i = 1\ A$

ج ــ احسب قيم u_2 ؛ u_5 و u_4 علما أن :

$u_3 = 6\ V$ ؛ $u_1 = 8\ V$ ؛ $u_{PN} = 24\ V$

الحل :

أ ــ



ب ـــ باستعمال قانون العقد :

لدينا في العقدة B : $(1)\ i_1 + i_2 = i_3$

لدينا في العقدة C : $(2)\ i_3 = i_4 + i_5$

لدينا في العقدة A : $(3)\ i = i_1 + i_2$

* من (1) و (3) نستنتج أن $i = i_3$

اذن $\boxed{i_3 = 1\ A}$

* من (2) نستنتج أن : $i_5 = i_3 - i_4$

إذن : $\boxed{i_5 = 0,5\ A}$

* من (3) نحصل على : $i_1 = i - i_2$

$\boxed{i_1 = 0,8\ A}$

ج ـــ * المصابيح L_1 و L_2 مرتبطة على التوازي إذن $u_1 = u_2$

$\boxed{u_2 = 8\ V}$

* نفس الشيء بالنسبة لِ : L_4 و L_5 ومنه : $u_4 = u_5$

* باستعمالنا قانون جمعية التوترات الكهربائية

$$(4)\ u_{AD} = u_{AB} + u_{BC} + u_{CD}$$

بما أن : $u_{AB} = u_1 = u_2$ ؛ $u_{BC} = u_3$ ؛

$u_{CD} = u_4 = u_5$ و $u_{AD} = u_{PN}$

من (4) نستنتج : $(4')\ u_{PN} = u_1 + u_3 + u_4$

من (′4) نحصل على : u_4. $u_4 = u_{PN} - u_1 - u_3$

أي : $\boxed{u_4 = 10\ V}$

ومنه : $\boxed{u_5 = u_4 = 10\ V}$

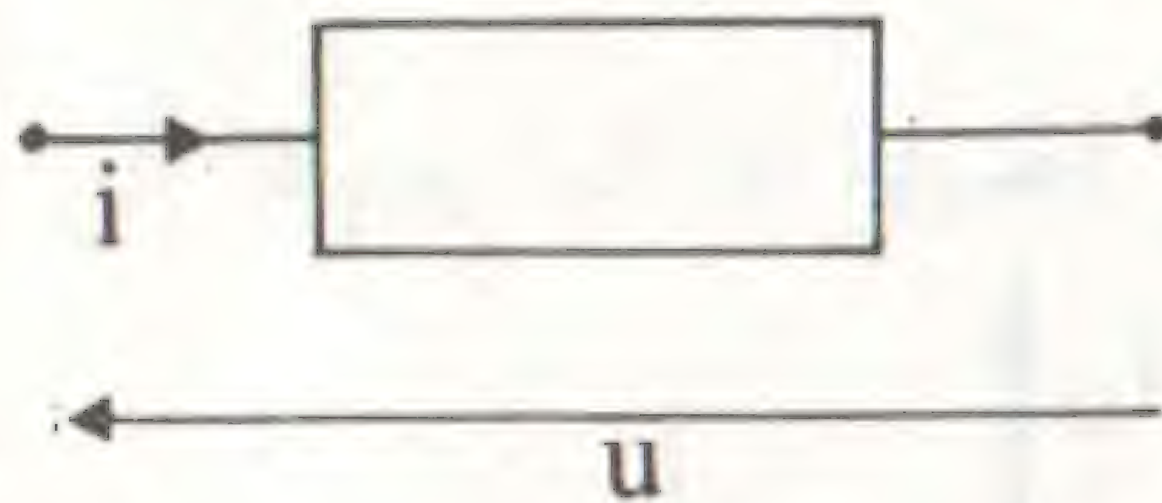
ثنائيات القطب

تذكير :

ثنائي القطب هو كل مركبة كهربائية تتوفر على مربطين يُمكنان من تركيبها في دارة كهربائية.

أمثلة : عمود، مصباح، قاطع ....

★ **تبيانة ثنائي القطب :**



★ **مميزة ثنائي القطب :**

ـــ كل ثنائي قطب ممثل بمميزته $i = f(u)$ أو $u = g(i)$

ـــ المميزات تختلف باختلاف ثنائيات القطب.

★ **ثنائيات القطب الغير النشيطة :**

هي التي ينعدم التوتر بين مربطيها عندما لا يعبرها أي تيار كهربائي، وتنقسم إلى :

ـــ ثنائي قطب تماثلي ذو مميزة خطية : الريزيستور .

قانون أوم :

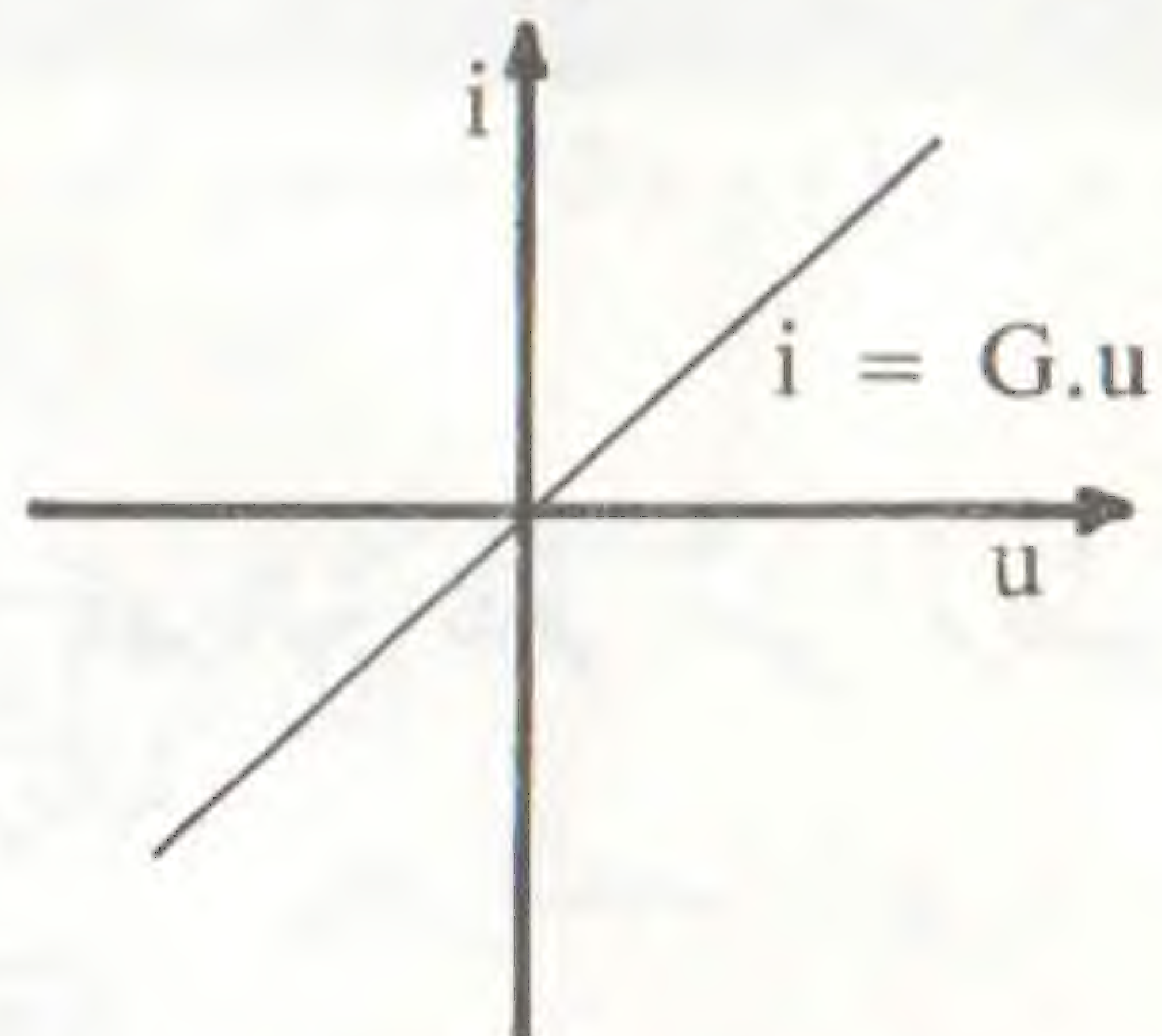
$$u = R\,i \quad \text{أو} \quad i = G\,.\,u$$

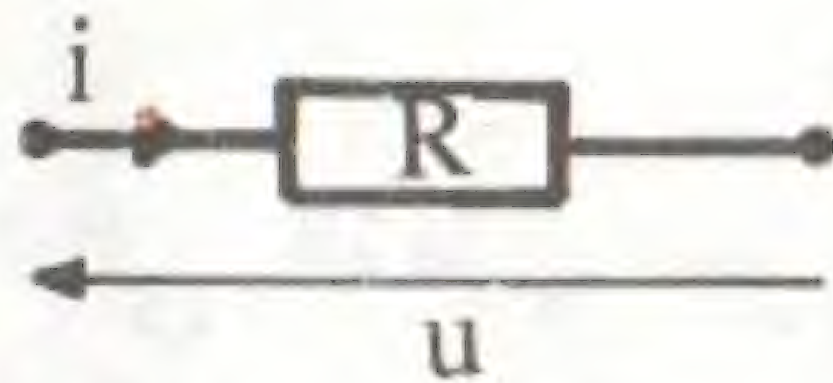
(V) (Ω) (A)   (A) (S) (V)

G : مواصلة الريزيستور   R :مقاومة الريزيستور

$$R = \frac{1}{G}$$

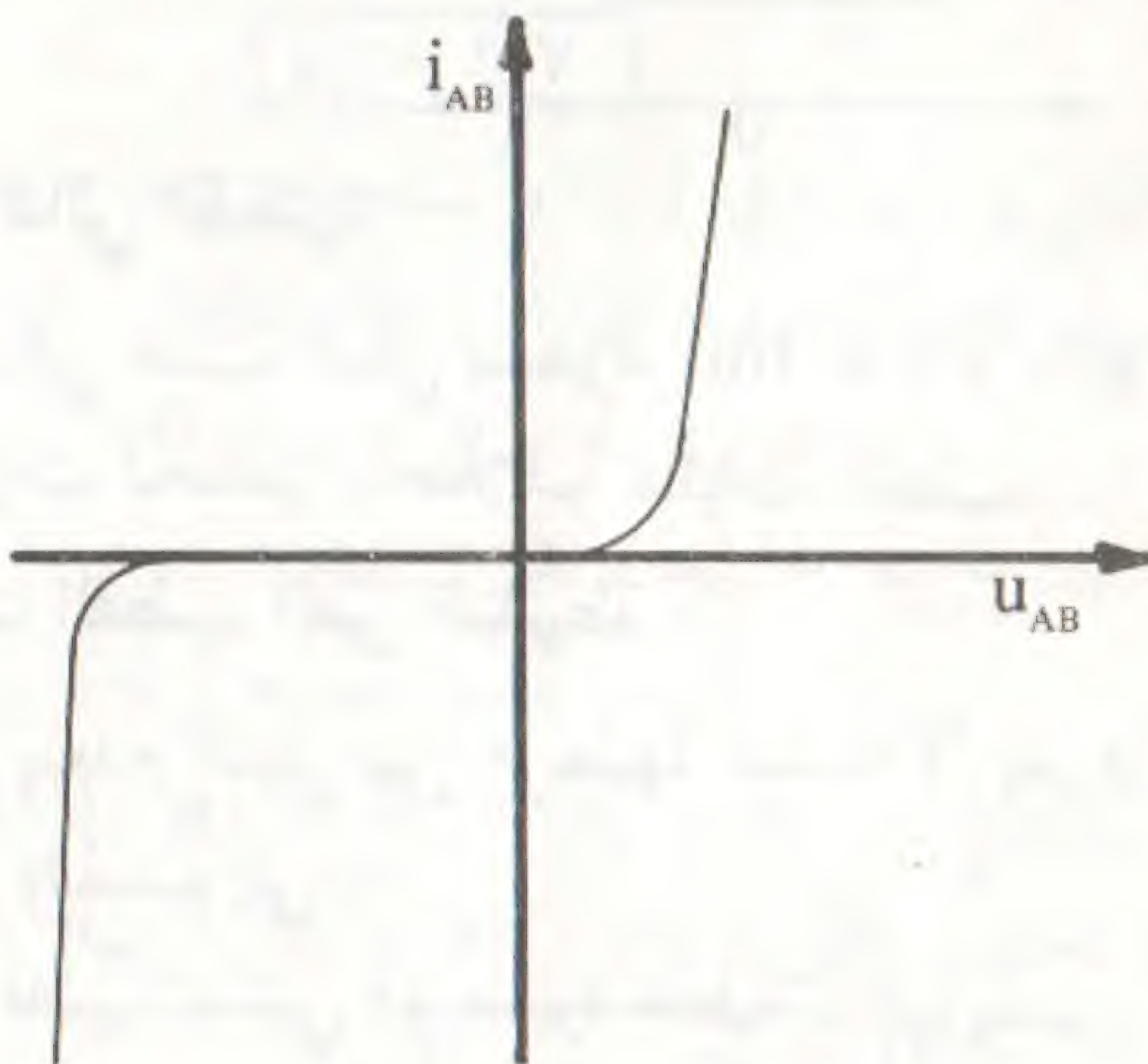
مميزة هذا الثنائي :





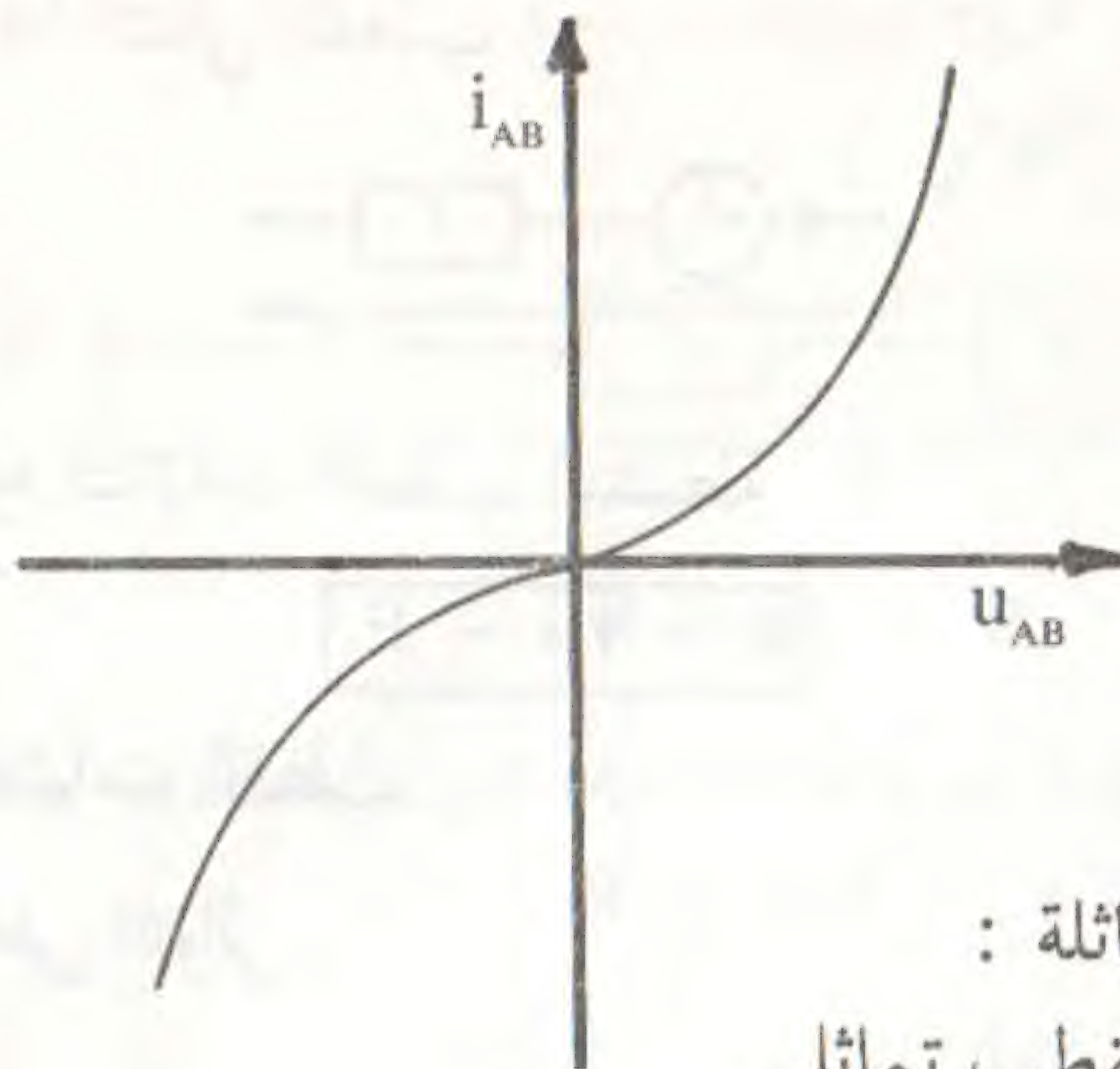
ــ ثنائي قطب غير نشيط ذو مميزة غير خطية.

امثلة :



مميزة غير متماثلة :

ثنائي القطب غير تماثلي



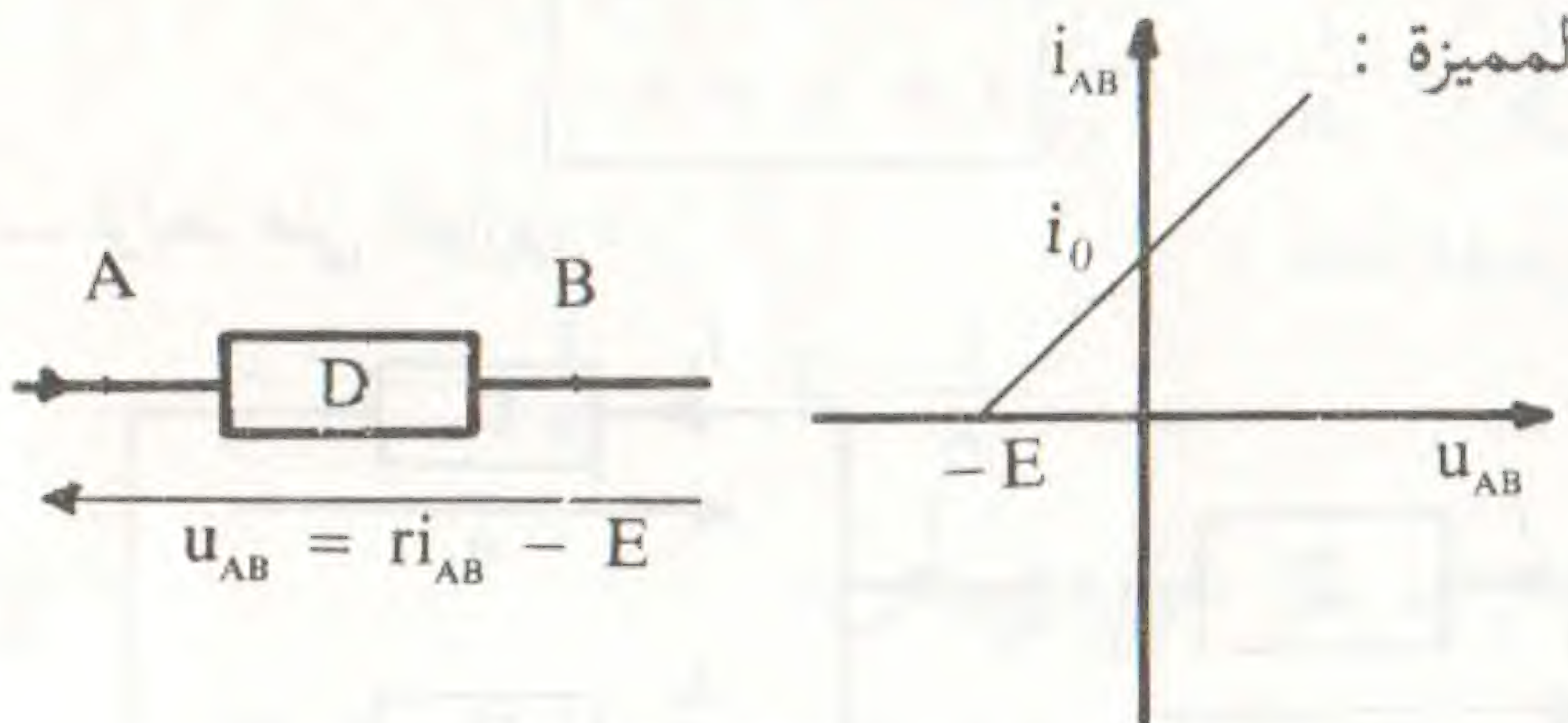
مميزة متماثلة :

ثنائي القطب تماثلي

★ ثنائيات القطب النشيطة :

هي التي يوجد توتر بين قطبيها اذا لم يعبرها أي تيار كهربائي.

المميزة :

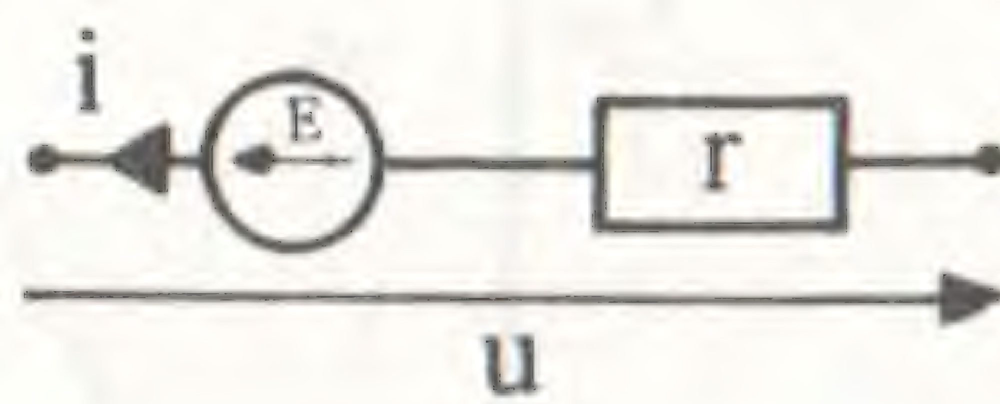


E : قوة محرِّكة كهربائية.

i_0 : تيار الدارة القصيرة.

r : هو المعامل الموجه للمميزة ويمثل المقاومة الداخلية لثنائي القطب النشيط.

ـــ تبيانة هذا الثنائي القطب :

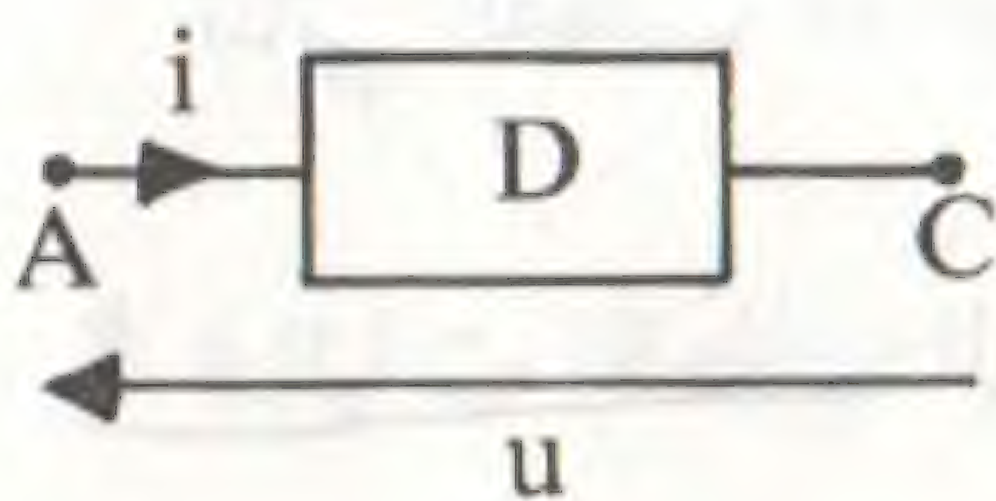


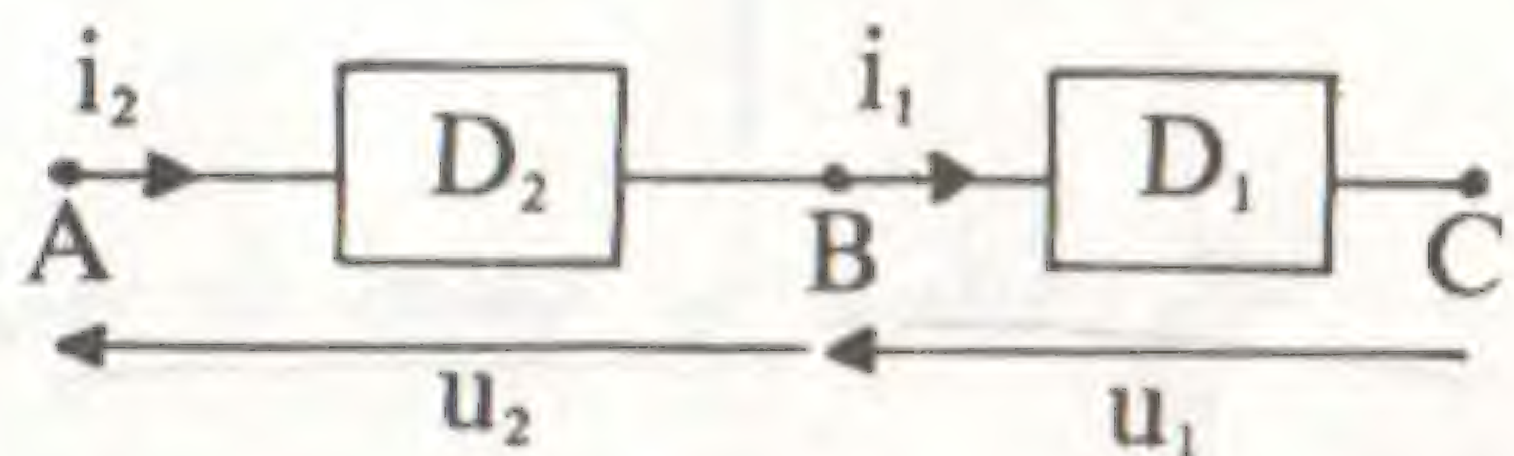
ـــ قانون أوم لثنائيات القطب النشيطة

$$u = r\,i - E$$

★ ترابط ثنائيات القطب.

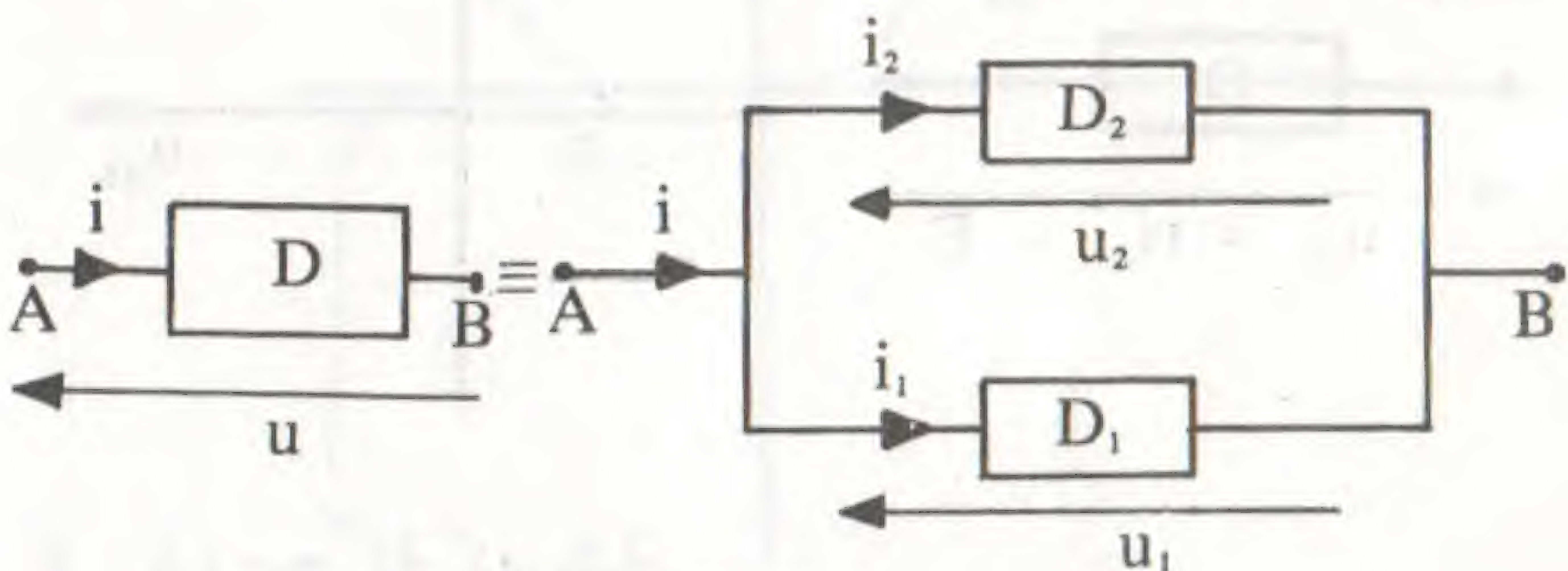
ـــ ترابط على التوالي.





$$u = u_1 + u_2$$
$$i = i_1 = i_2$$

ـــ ترابط على التوازي :

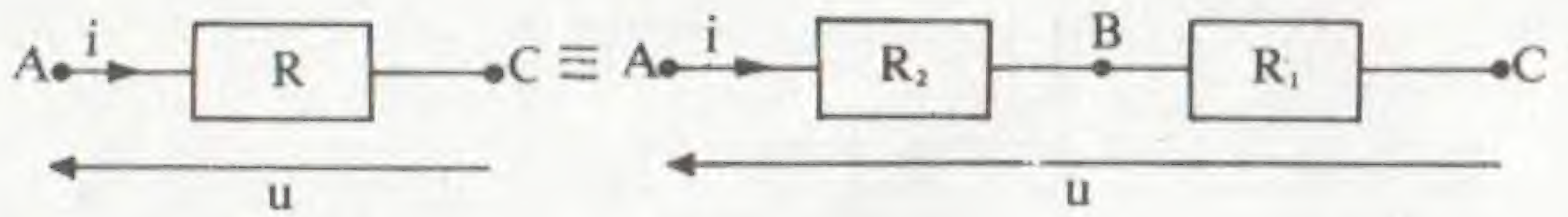


$$u = u_1 = u_2$$
$$i = i_1 + i_2$$

باستعمال مميزتي D_1 و D_2 يمكن الحصول على مميزة D.

ـــ بالنسبة للريزستورات.

ترابط على التوالي :

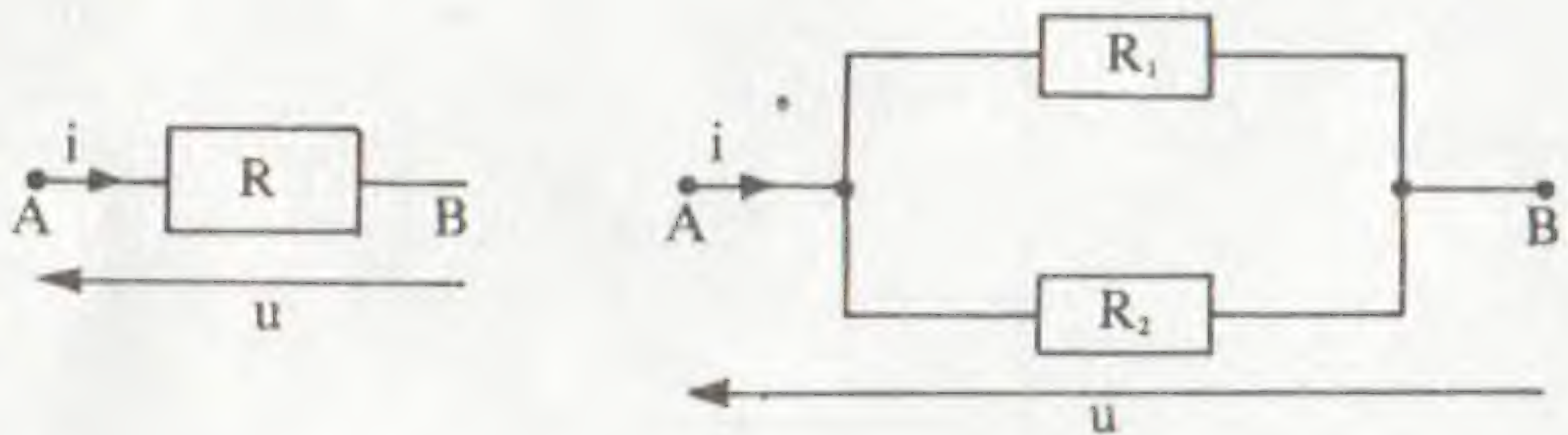


بحيث : $R = R_1 + R_2$

R : المقاومة المكافئة الناتجة عن ترابط الريزستورين.

بصفة عامة : $R = \Sigma_j R_j$

ترابط على التوازي

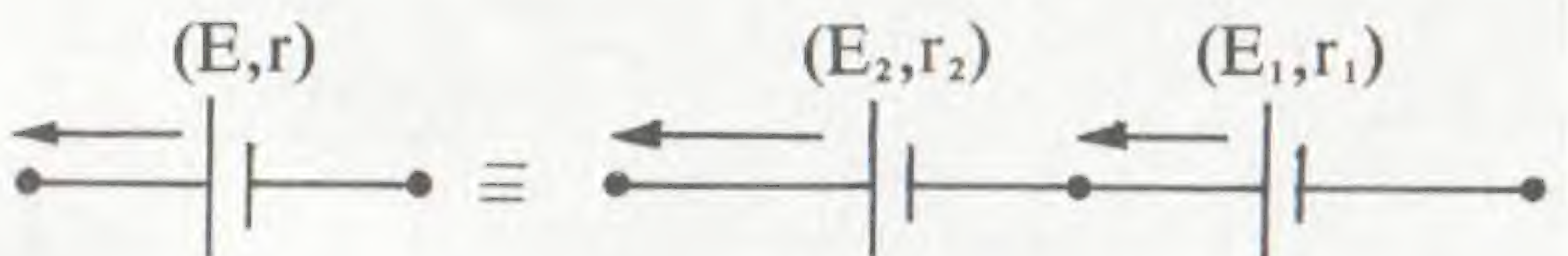


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

وبصفة عامة :

$$\frac{1}{R} = \Sigma_j \frac{1}{R_j}$$

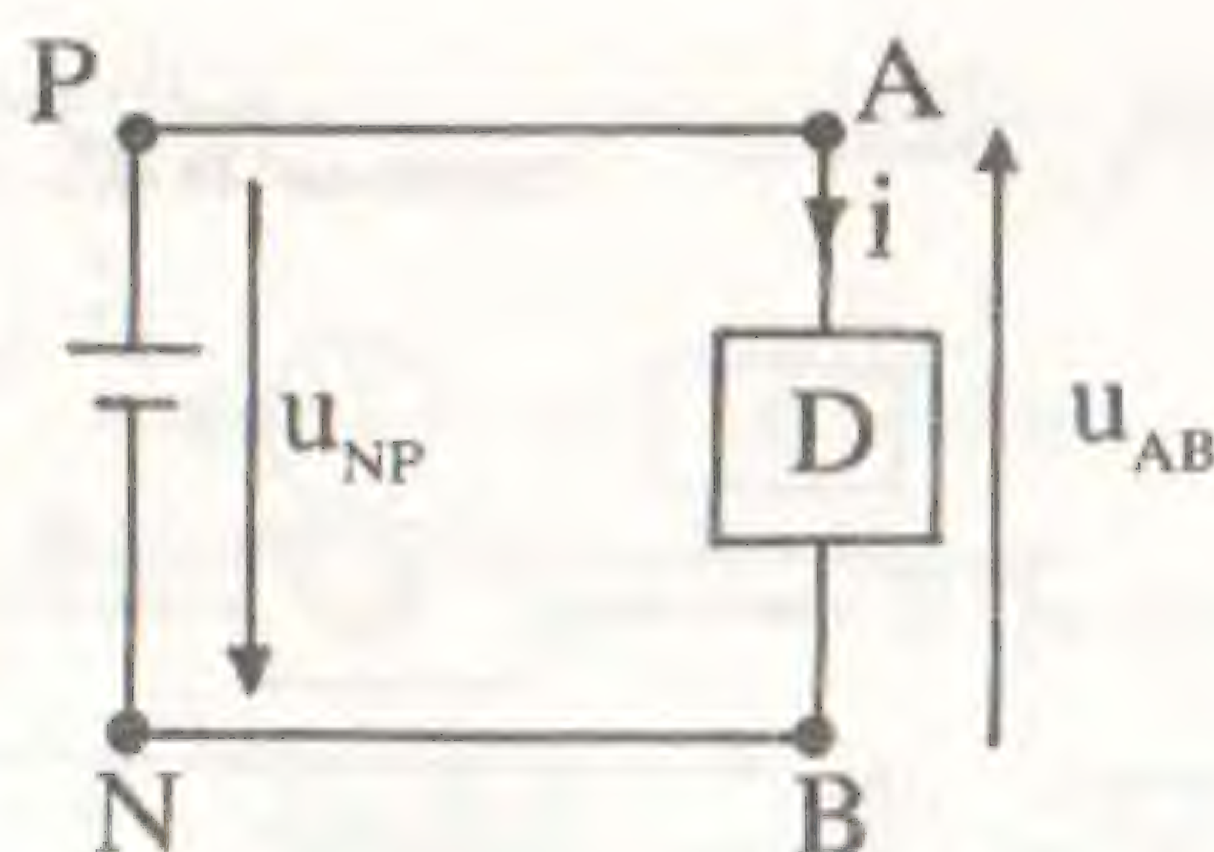
* ترابط على التوالي لمولدين :



$$E = E_1 + E_2$$

$$r = r_1 + r_2$$

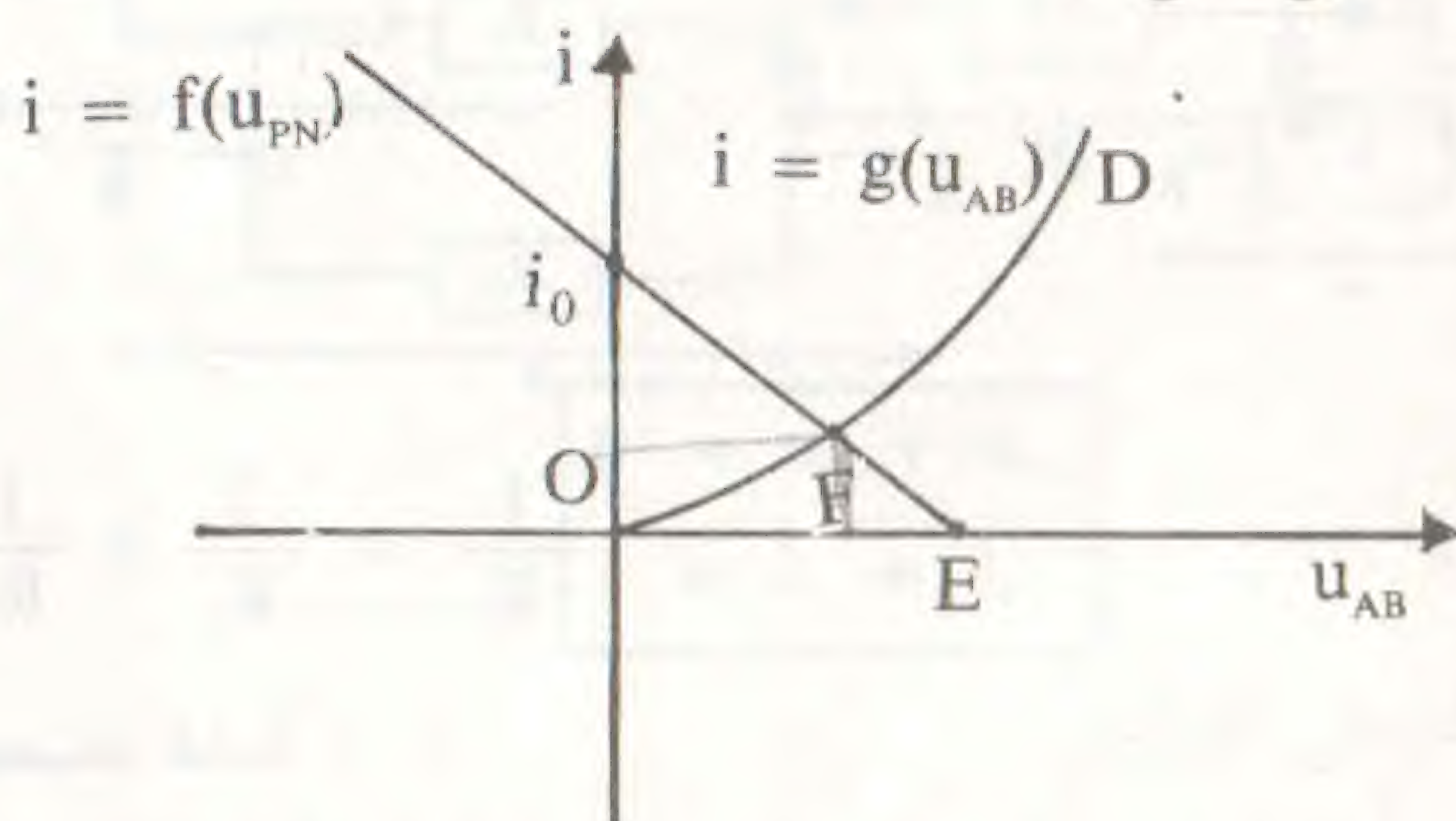
* ترابط تنائي قطب نشيط مع اخر غير نشيط (D)



مميزة تنائي القطب النشيط هي : $i = f(u_{NP})$

مميزة تنائي القطب الغير النشيط هي : $i = g(u_{AB})$

علما أن $u_{AB} = -u_{NP}$، علينا أن نعكس توتر ثنائي القطب النشيط لكي نتمكن من تمثيل هذين المميزتين في نفس المعلم ونحصل على :



F : نقطة تقاطع المميزتين تسمى نقطة تشغيل ثنائي القطب الغير النشيط.

تمرين رقم 1

ثنائي القطب غير النشيط ذو مميزة خطية

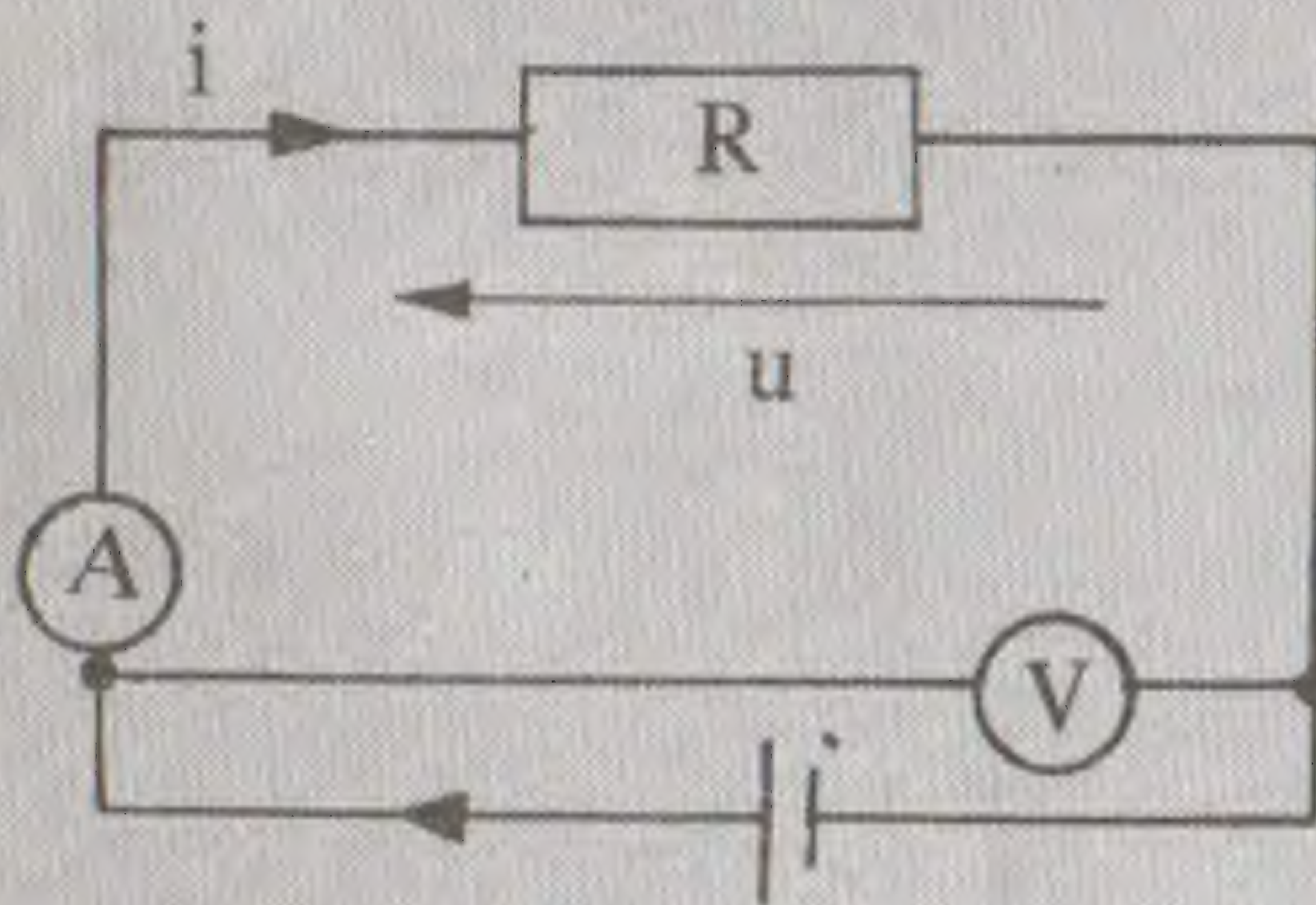
من أجل دراسة هذا الثنائي القطب نقوم بقياس شدة التيار i الموافق لكل توتر u ونلخص في الجدول التالي نتائج التجربة :

12	10	8	6	4	2	0	u (V)
120,0	100,0	80,0	59,5	41,0	20,0	0,0	i (mA)

السلّم : $1\ cm \longrightarrow 1\ V$

$1\ cm \longrightarrow 10\ mA$

تبيانة التركيبة :



أ ـــ ارسم المميزة $i = f(u)$ علماً ان ثنائي القطب تماثلي.

ب ـــ استخرج من البيان قيمة المعامل الموجه للمميزة.

ج ـــ احسب قيمة مقاومة الريزيستور الذي استعمل في التجربة.

د ـــ ارسم الطرف الآخر للمميزة.

الحل :

ب ــ من الرسم نجد : $C = \frac{\Delta i}{\Delta u} = cste$

$C = 10^{-2}\ A.V^{-1}$

ج ــ قيمة مقاومة الريزستور هي عكس المعامل الموجه C

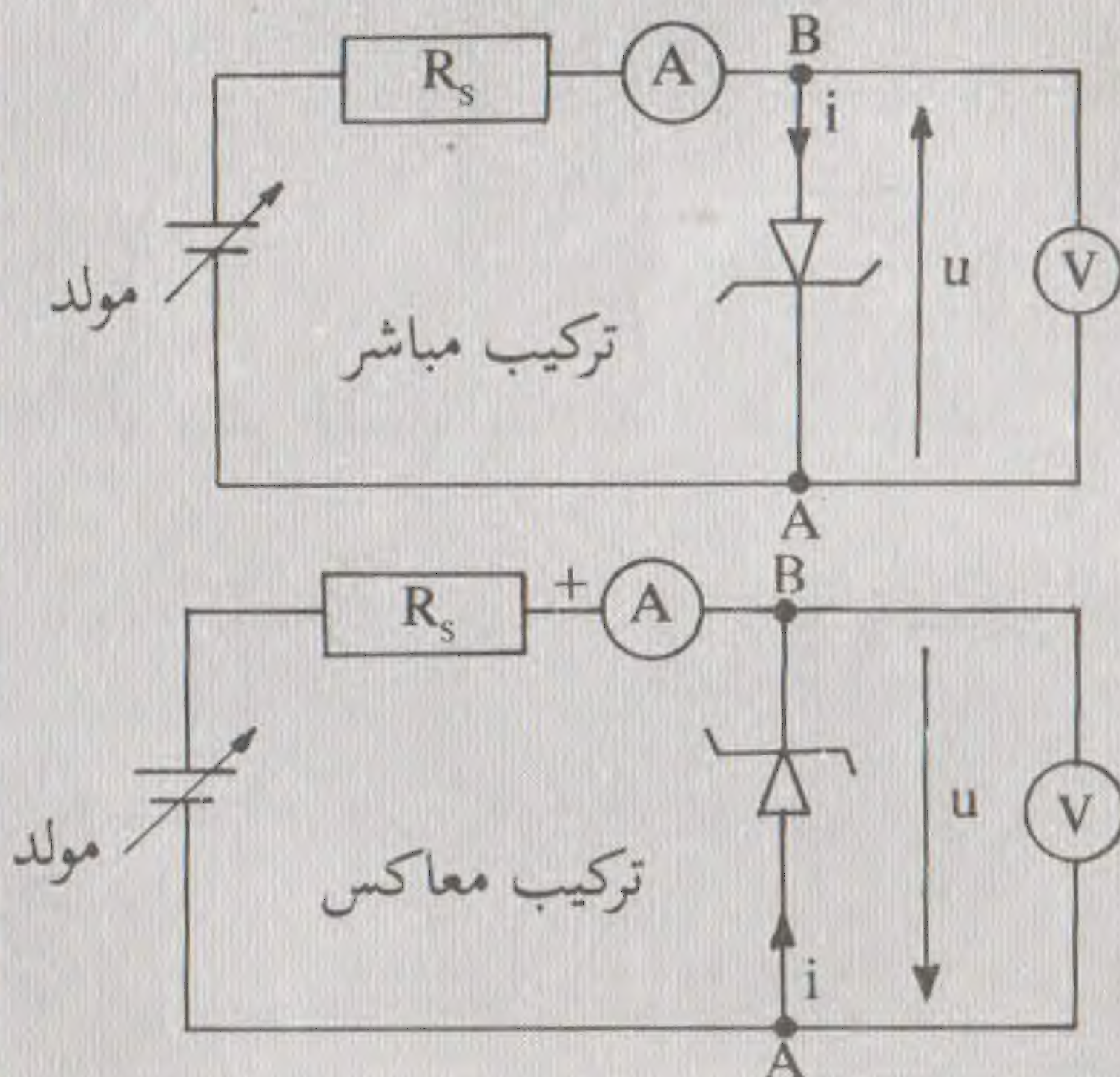
اذن : $R = \frac{1}{C}$

تطبيق عددي : $\boxed{R = 100\ \Omega}$

تمرين رقم 2

ثنائي قطب غير نشيط ذو مميزة غير خطية .

من أجل دراسة ثنائي قطب نقوم بنفس التجربة كما في التمرين رقم(1)ونستعمل التركيبتين التاليتين :



فيما يلي نتائج التجربة :

u(V)	−4,5	−4,4	−4,3	−4,0	−3,5	−2,0	0,0	0,3	0,7	0,76	0,79	0,8
i(mA)	−100	−60	−30	−10	−4	0	0	0	4	16	40	100

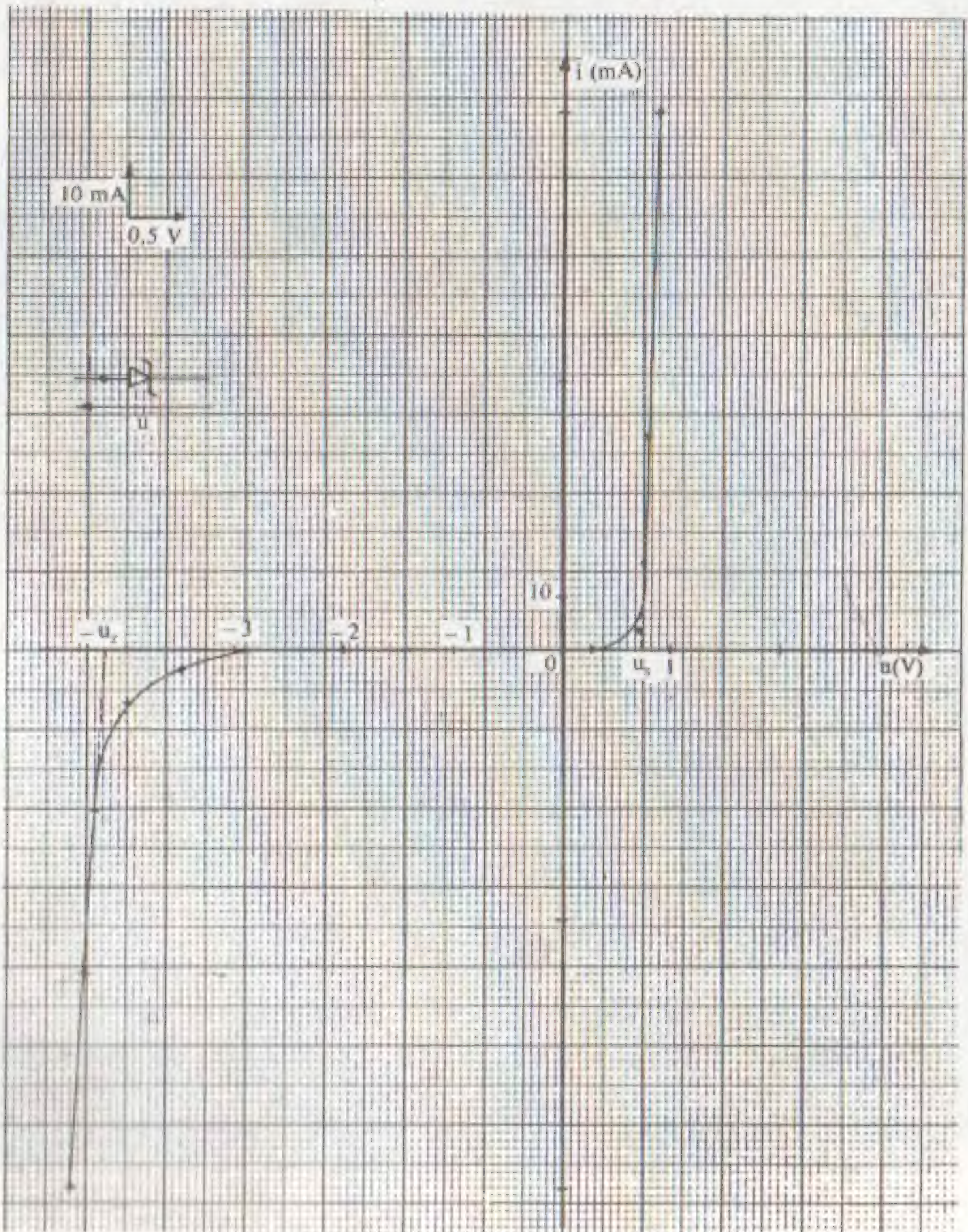
أ ــ ارسم المميزة $i = f(u)$.

ب ــ استنتج من المميزة طبيعة هذا الثنائي القطب.

ج ــ استخرج من رسم المميزة، قيم توتر العتبة (تركيب مباشر) وقيمة توتر زينر (تركيب معاكس). بالنسبة لهذا الثنائي القطب.

الحل :

أ ــ المميزة تكون على الشكل التالي:



نلاحظ أن المميزة غير خطية وغير متماثلة اذن فهو ثنائي قطب غير نشيط ذو مميزة غير خطية

ملحوظة :

يسمى هذا الثنائي القطب صمام ثنائي زينير.

ب ـــ توتر العتبة : بالنسبة للتركيب المباشر نجد

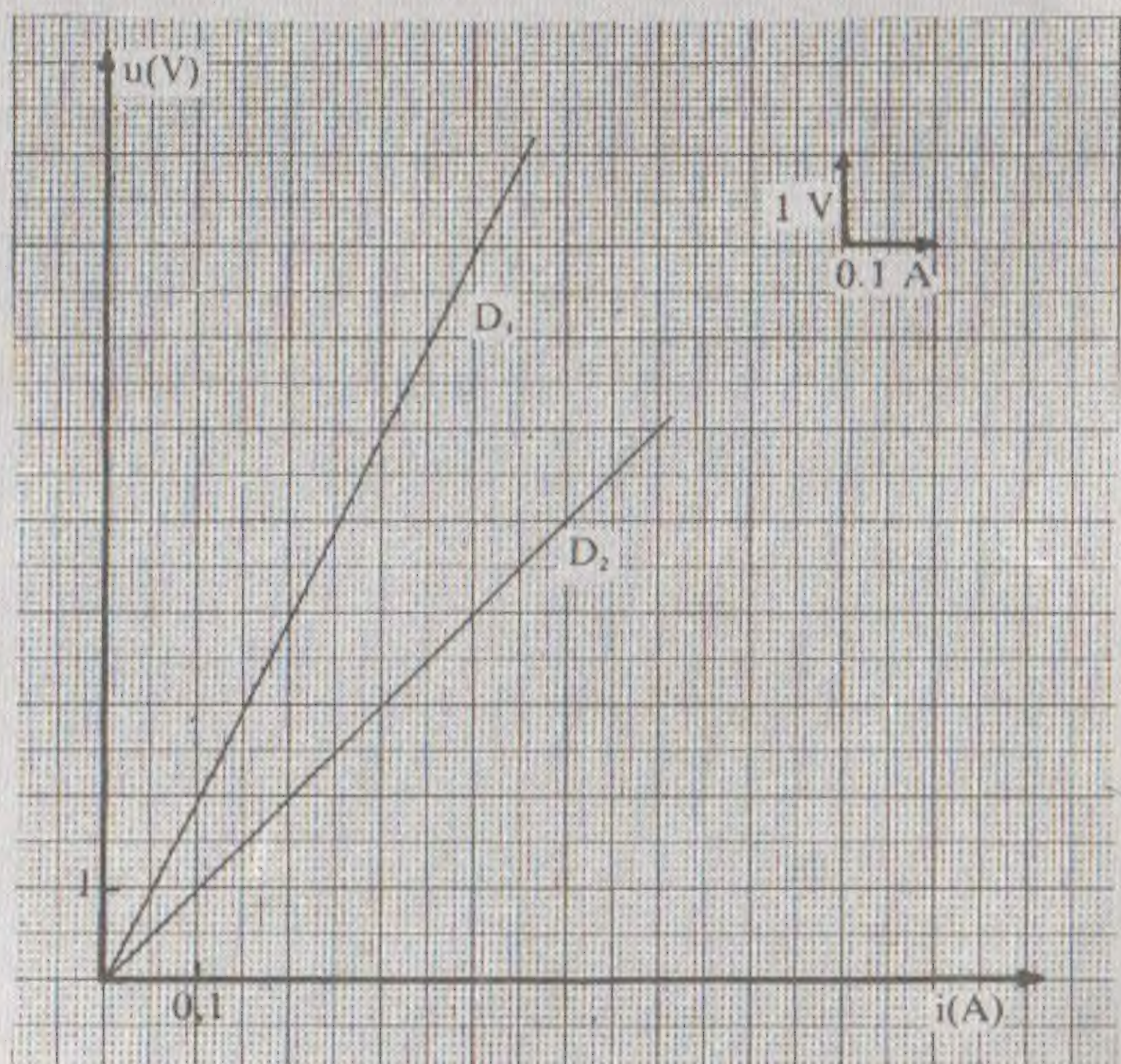
$u_S = 0,77\ V$

توتر زنير : بالنسبة للتركيب المعاكس نجد $u_Z = 4,5\ V$

تمرين رقم 3

تجميع ثنائيات القطب

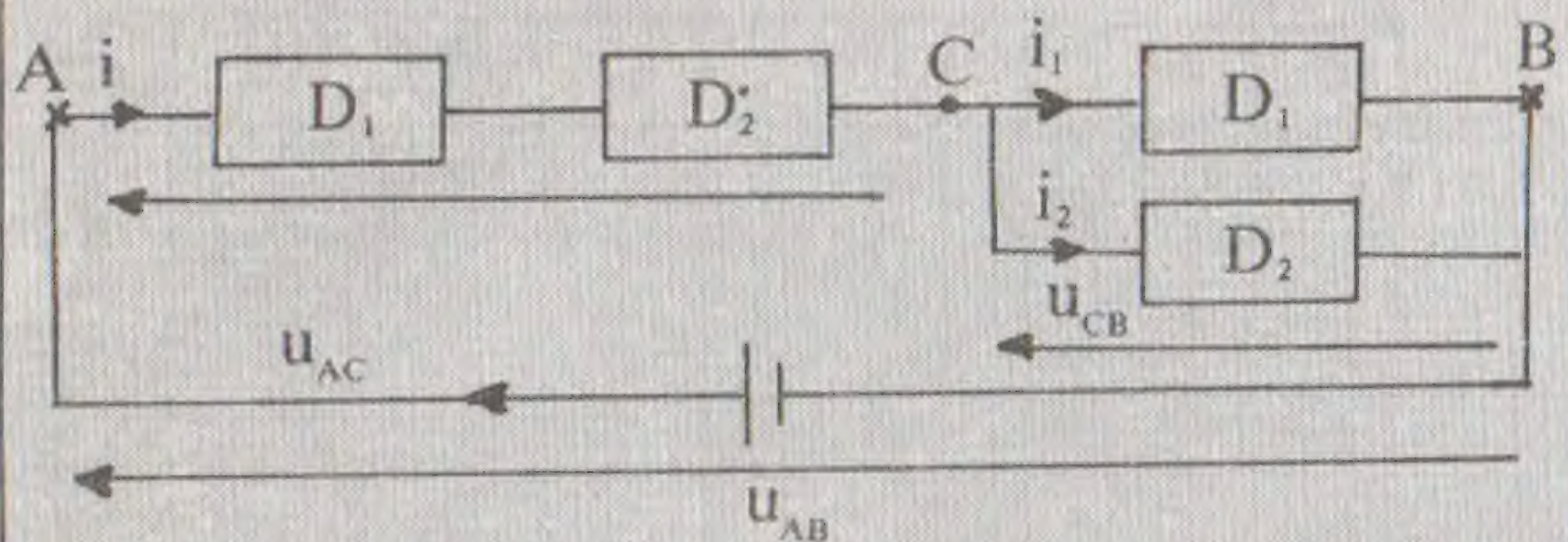
لدينا في البيان التالي، مميزتي ثنائيي القطب التماثلين D_1 و D_2.



أ ــ ارسم على نفس المعلم مميزة ثنائي القطب الناتج عن تجميع D_1 و D_2 على التوالي.

ب ــ نفس السؤال بالنسبة لتجميع D_1 و D_2 على التوازي.

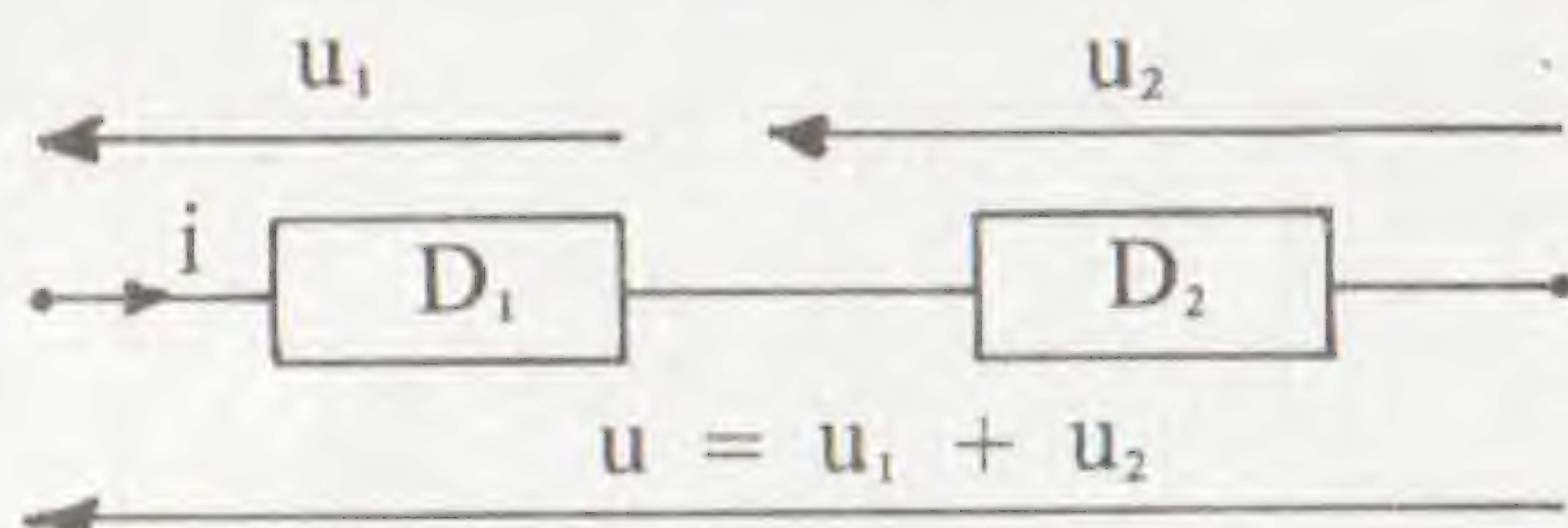
ج ــ لنعتبر التركيبة الكهربائية التالية :



باستعمالك للمميزات السابقة أوجد قيم u_{AC} و u_{BC} علما أن شدة التيار i تساوي 0,3 A ثم استنتج قيم i_1 و i_2.

الحل :

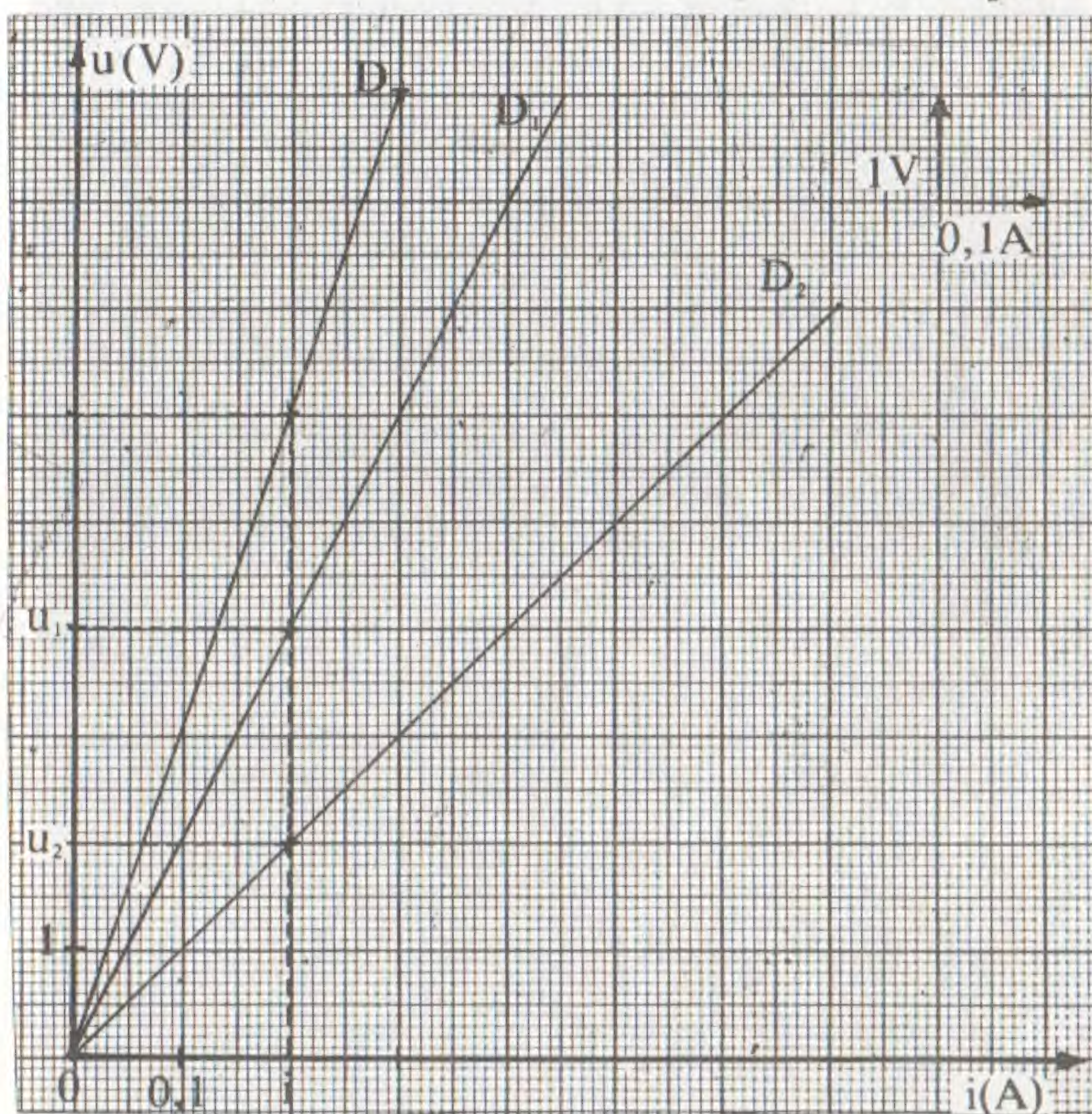
أ ــ D_1 و D_2 مجمعين على التوالي.



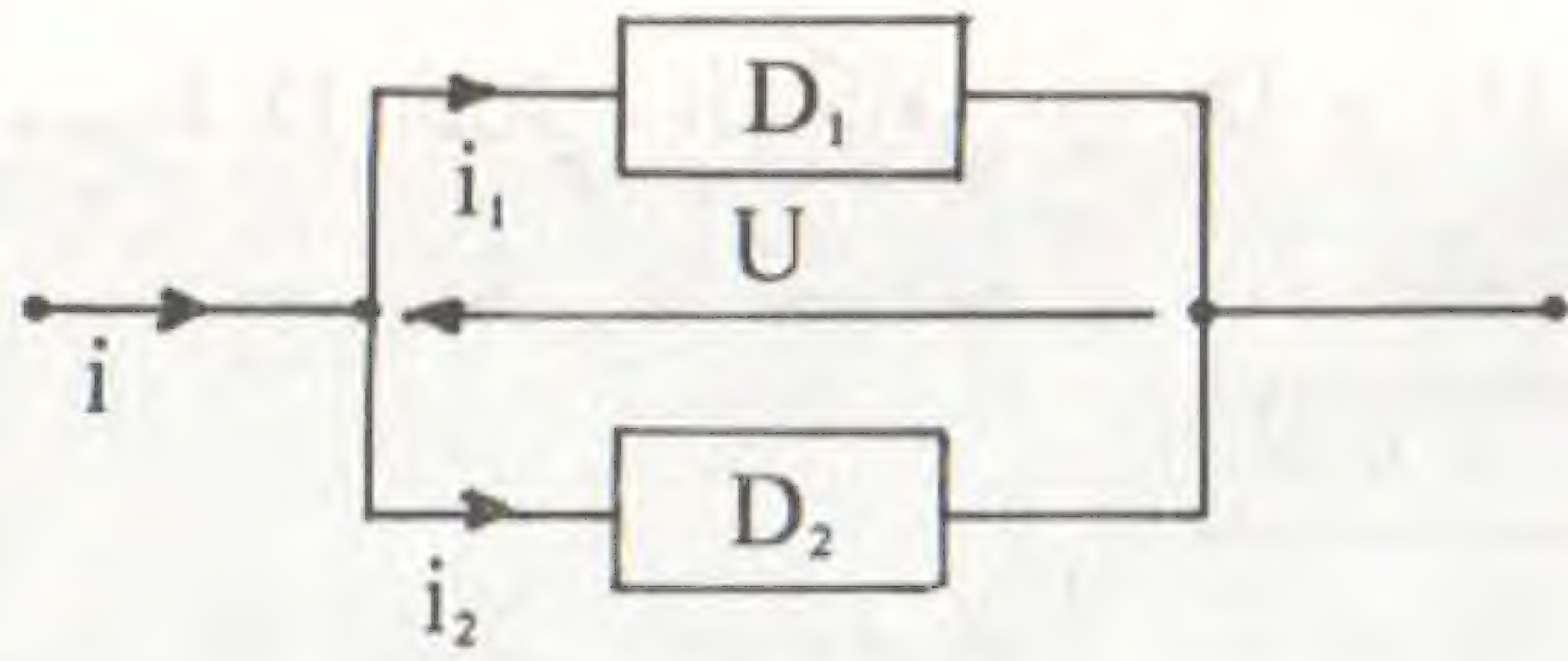
ثنائيي القطب D_1 و D_2 يعبرهما نفس التيار إذن من ممزتيهما نستخرج قيم u_1 و u_2 الموافقة لكل شدة تيار i :

i (A)	0	0,2	0,3	0,4
u_1 (V)	0	4	6	8
u_2 (V)	0	2	3	4
$u = u_1 + u_2$ (V)	0	6	9	12

مميزتي الثنائي المكافيء D لِ D_1 و D_2 مرتبطين على التوالي : $u = f(i)$



ب ـــ ثنائيي القطب D_1 و D_2 مجمعين على التوازي إذن بين مربطيهما نفس التوتر u.

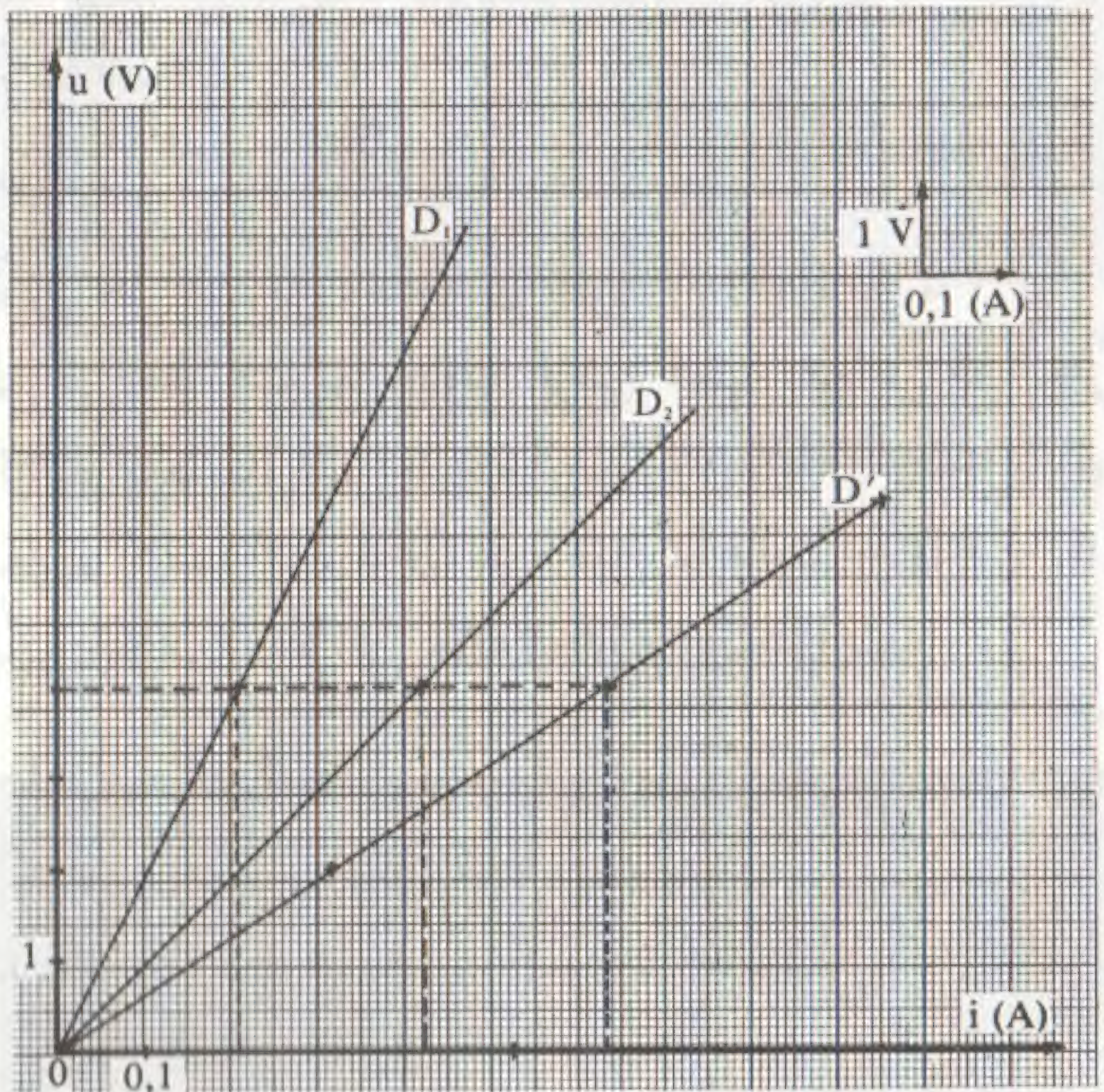


$$i = i_1 + i_2$$

من مميزتي D_1 و D_2 نستخرج قيم i_1 و i_2 الموافقة للتوتر u

u (V)	0	2	4	6
i_1 (A)	0	0,1	0,2	0,3
i_2 (A)	0	0,2	0,4	0,6
$i = i_1 + i_2$ (A)	0	0,3	0,6	0,9

مميزة الثنائي D' المكافىء لِ D_1 و D_2 مرتبطين على التوازي



ج ـــ من مميزة D الثنائي المكافي لِ D_1 و D_2 المرتبطين على التوالي نستنتج قيمة u_{AC} الموافقة لِ : $i = 0,3\ A$:

$$\boxed{u_{AC} = 9\ V}$$

ـــ من مميزة 'D الثنائي المكافيء لِ D_1 و D_2 المرتبطين على التوازي نستنتج قيمة u_{CB} الموافقة

لِ $i = 0,3\ A$:

$$\boxed{u_{CB} = 2\ V}$$

ـــ u_{CB} هو التوتر بين مربطي D_1 و D_2 المجمعين على التوازي.

* من مميزة D_1 نستخرج شدة التيار i_1 الموافق للتوتر $U_{CB} = 2\ V$:

$$\boxed{i_1 = 0,1\ A}$$

* من مميزة D_1 نستنتج شدة التيـار i_2 الموافـق للتوتـر $U_{CB} = 2\ V$:

$$\boxed{i_2 = 0,2\ A}$$

يمكننا التأكد من أن:

$$\boxed{i = i_1 + i_2}$$

ملحوظة :

يمكن حل التمرين باستعمال قانون أوم $(u = R.i)$

لكن في هذا التمرين حاولنا عَرْض كيفية التعامل مع مميزات ثنائيات القطب، لأن الطريقة المبيانية صالحة لتجميع ثنائيات القطب كيفما كان نوعها في حين أن قانون أوم $(u = Ri)$ لا يمكن استعماله الا في حالة تجميع ريزيستورات.

تمرين رقم 4

نأخذ التركيبة الكهربائية السابقة في السؤال (ج) من التمرين (3)، ونعوض D_1 و D_2 المرتبطين على التوالي بثنائي القطب D_3 المكافيء لهما.

أ ــ ارسم الدارة الكهربائية الجديدة

ب ــ نسمي : R_1 : مقاومة D_1. $R_1 = 20\ \Omega$

R_2 : مقاومة D_2. $R_2 = 10\ \Omega$

R_3 : مقاومة D_3. $R_3 = ?$

أحسب المقاومة R_{AB} المكافئة بين النقطتين A و B في هذه الدارة.

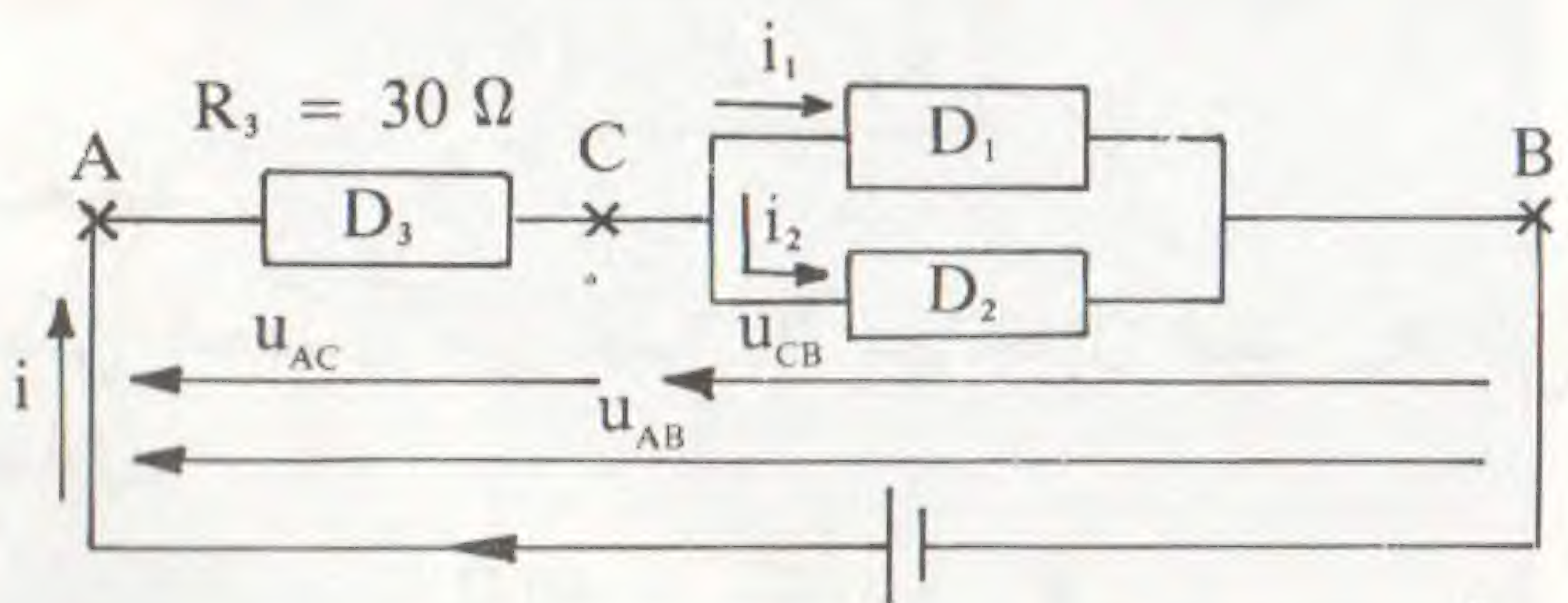
ج ــ في هذا السؤال نحتفظ بقيمتي R_1 و R_3 لكن R_2 قابلة للتغيير.

ما هي القيمة التي يجب اعطاؤها للمقاومة R_2 كي تكون شدة التيار المار عبر R_3 تساوي 3 A، علما أن شدة التوتر u_{AB} تساوي 120 V.

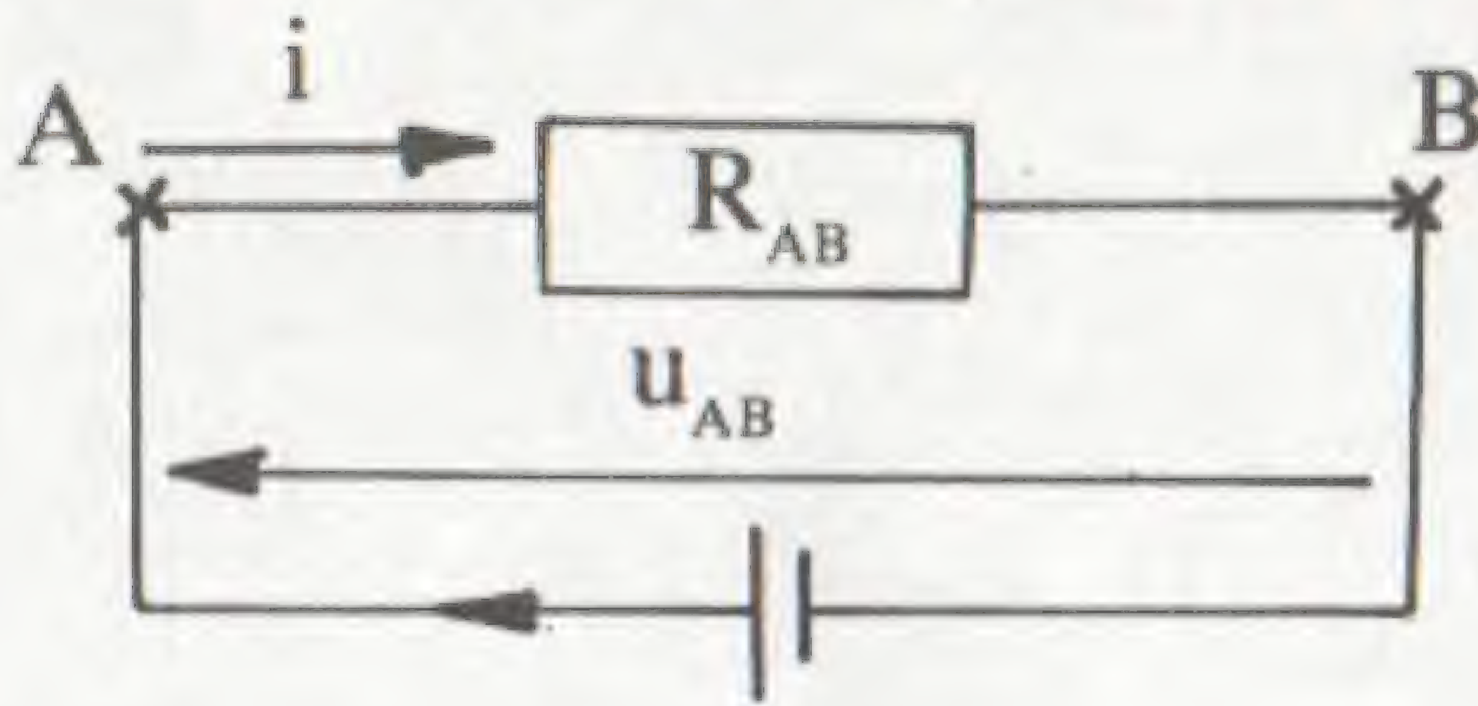
د ــ ما هي القيمة التي يجب أن تعطى للمقاومة R_2، كي تكون شدة التوتر بين قطبي D_1 تساوي 15 V علما أن $u_{AB} = 120\ V$.

الحل :

أ ـ تبيانة الدارة الكهربائية الجديدة :



ب ــ نسمي R_{AB} هذه المقاومة المكافئة :



لدينا :

$$R_{AB} = R_3 + \frac{R_1 \; R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{AB} = \frac{110}{3} = 36,66 \; \Omega$$

ج ــ لدينا دائما :

$$R_{AB} = \frac{u_{AB}}{i}$$

وكذلك :

$$R_{AB} = \frac{R_3R_1 + R_3R_2 + R_1R_2}{R_1 + R_2}$$

اذن

$$\frac{u_{AB}}{i} = \frac{R_2(R_1 + R_3) + R_3R_1}{R_1 + R_2}$$

$$u_{AB}R_1 - R_3R_1i = R_2 \left((R_1 + R_3)\, i - u_{AB} \right)$$

$$R_2 = \frac{R_1.u_{AB} - R_3.R_1.i}{(R_1 + R_3)i - u_{AB}}$$

إذا كانت i تساوي 3 A و u_{AB} تساوي 120 V فإن R_2 تساوي :

$$\boxed{R_2 = 20 \; \Omega}$$

ملحوظة :

يمكن الحصول على قيمة R_2 من خلال قيمة R_{AB} التي تساوي:

$$R_{AB} = \frac{120}{3} = 40 \; \Omega$$

د ـــ لدينا : $u_{CB} = 15\ V$

اذن $u_{AC} = 120 - 15$

$u_{AC} = 105\ V$

وبالتالي $i = \frac{u_{AC}}{R_3} = \frac{105}{30}$

$i = 3,5\ A$

من هنا يمكن حساب قيمة R_{AB} :

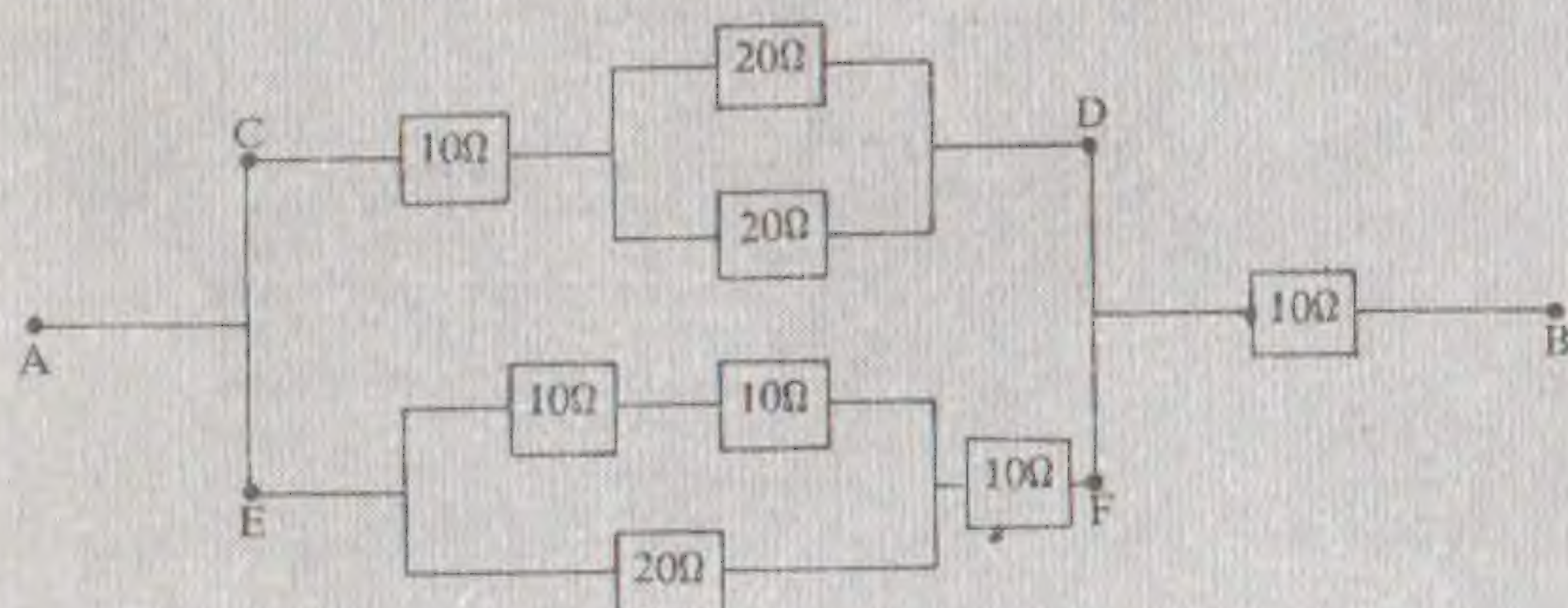
$$R_{AB} = \frac{u_{AB}}{i} = \frac{120}{3,5}$$

$$\boxed{R_{AB} \simeq 34,3\ \Omega}$$

ومن الصيغة السابقة للمقاومة R_{AB} نحصل على قيمة R_2؛ ونجد : $R_2 \simeq 5,7\ \Omega$

تمرين رقم 5

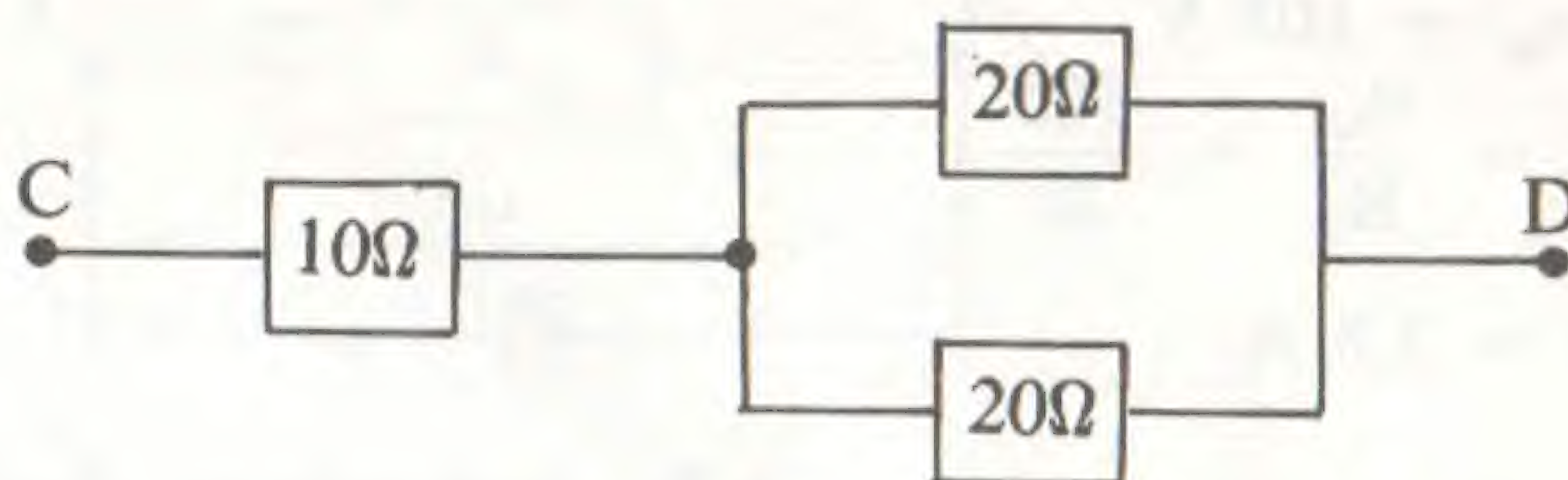
لنعتبر التركيبة الكهربائية لعدة ريزستورات ذات مقاومات معروفة.



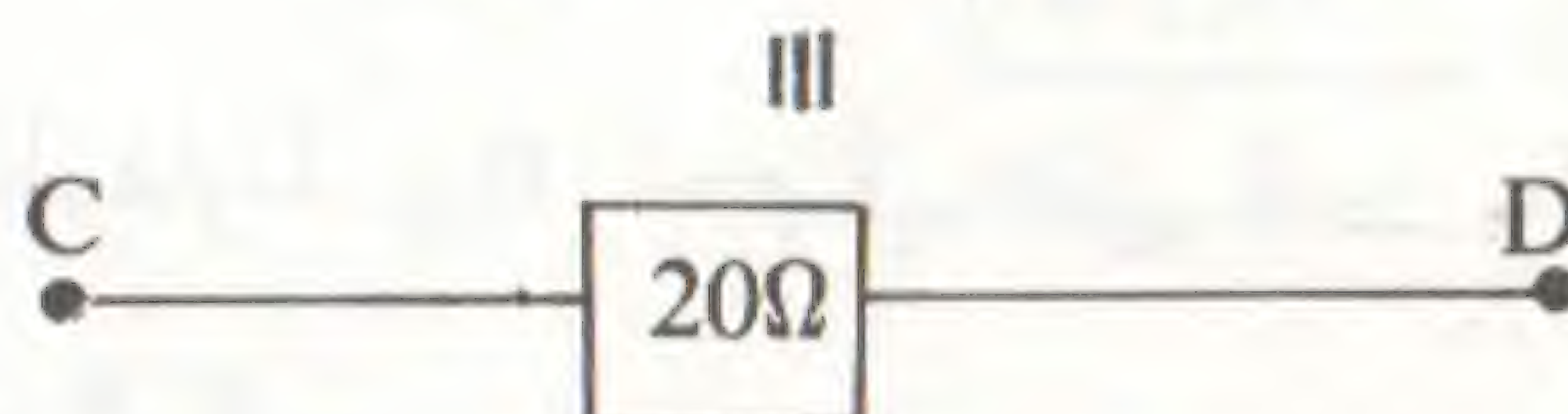
احسبْ المقاومة المكافئة بين B و A

الحل :

لنحسب المقاومة المكافئة بين D و C

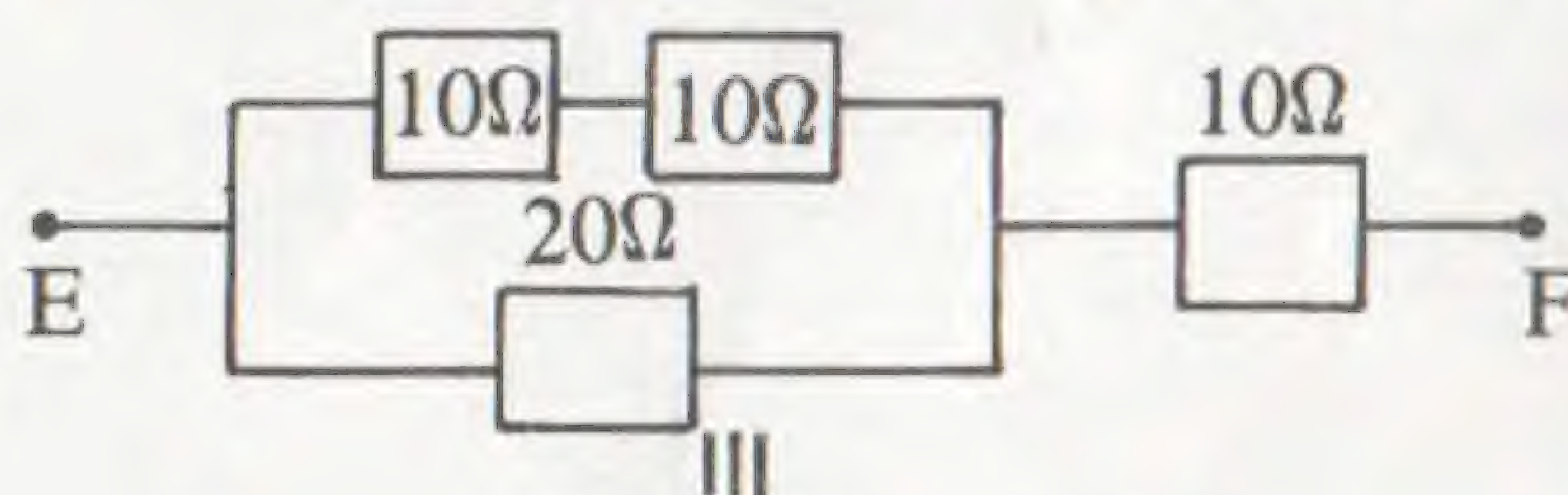


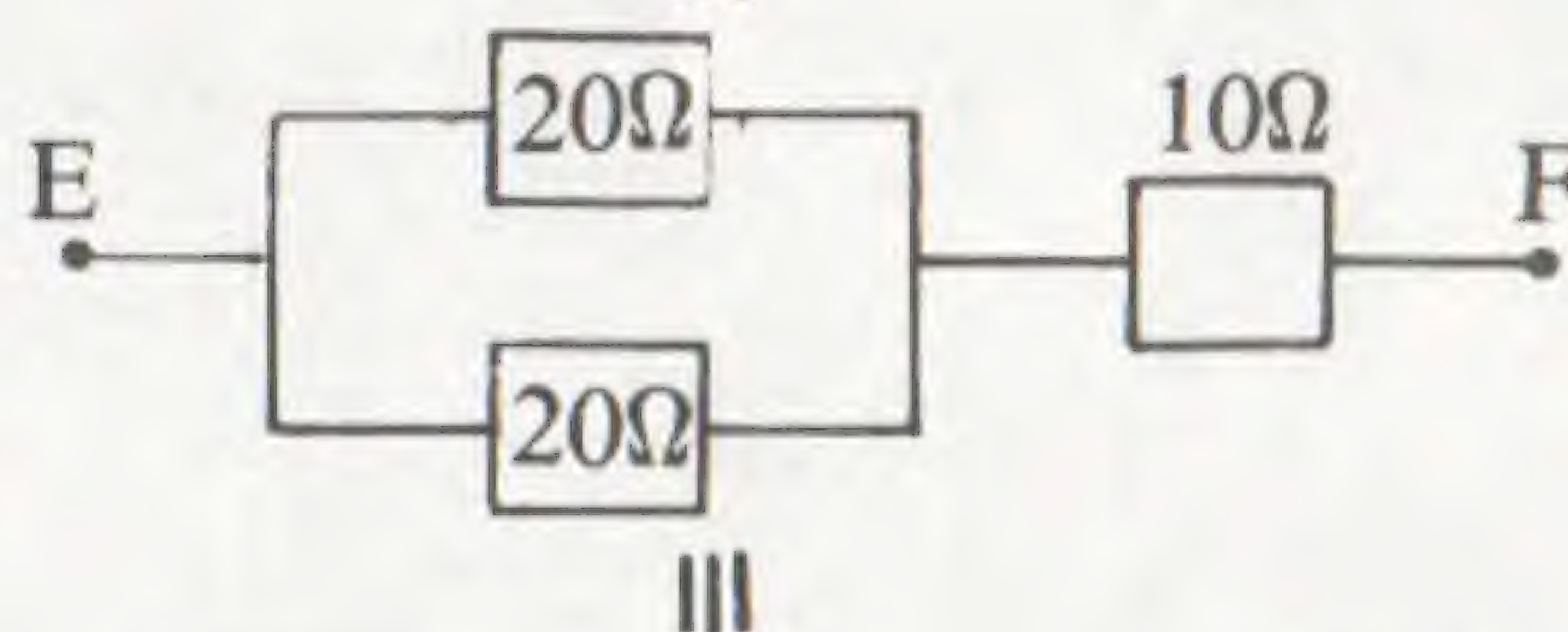


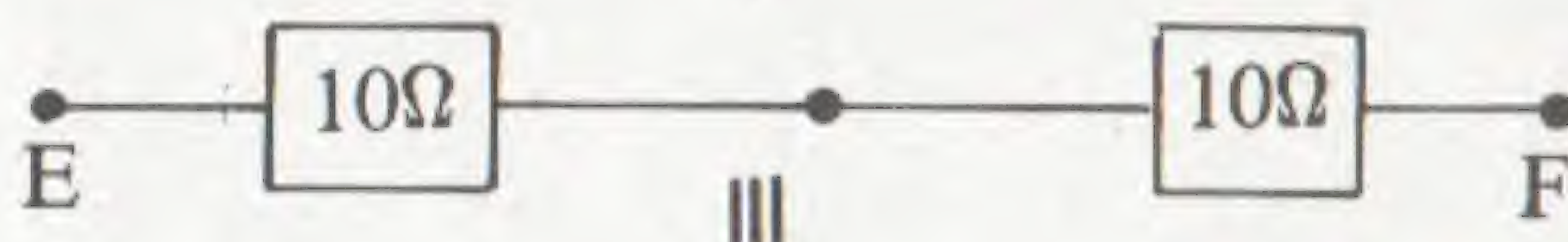


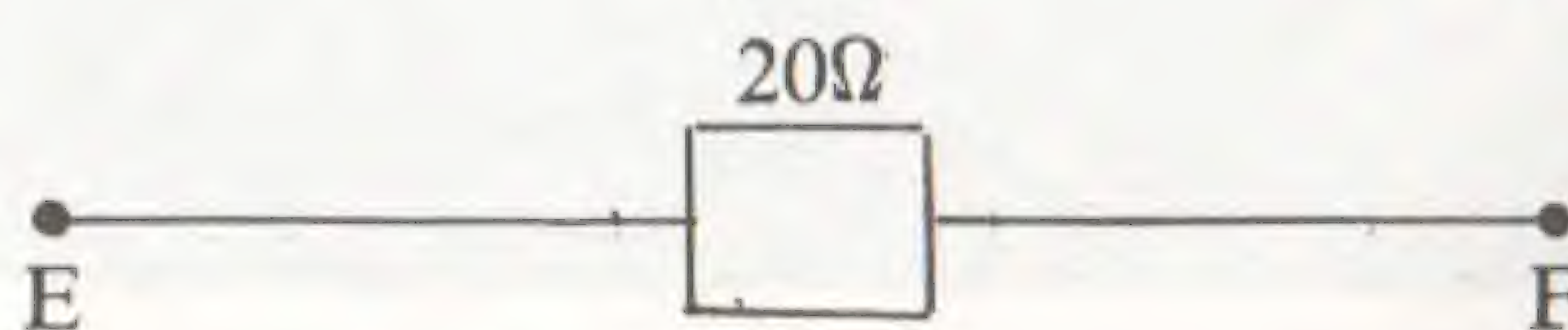
$$R_{CD} = 10 + \frac{20}{2} = 20\ \Omega$$

ـ لنحسب المقاومة المكافئة بين F و E



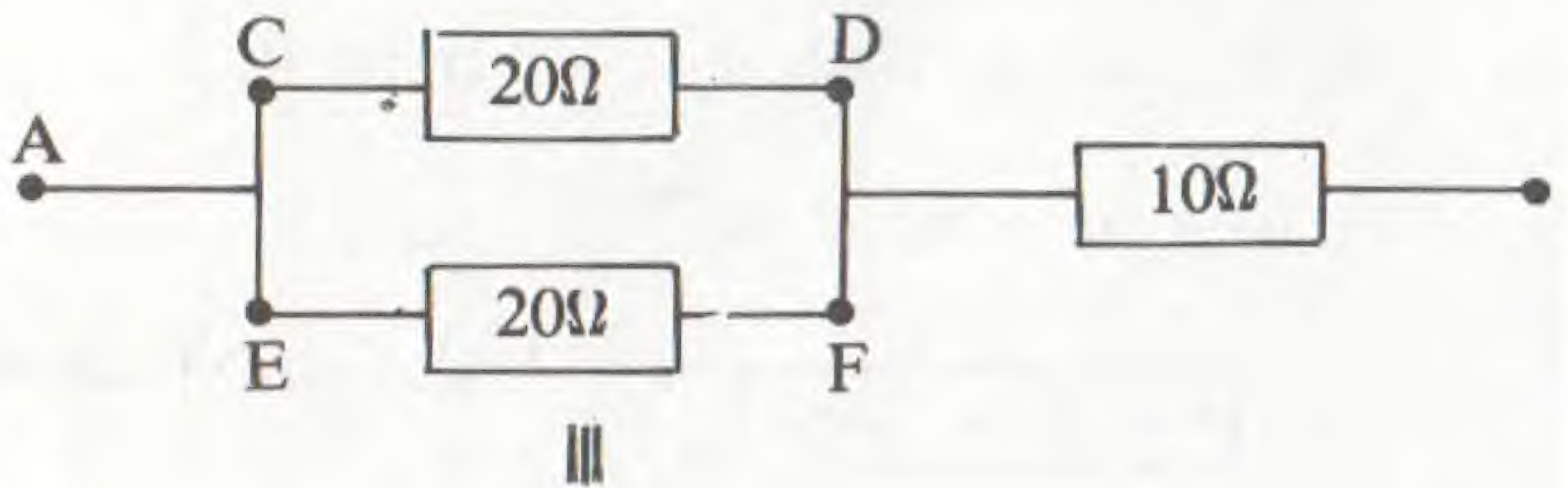


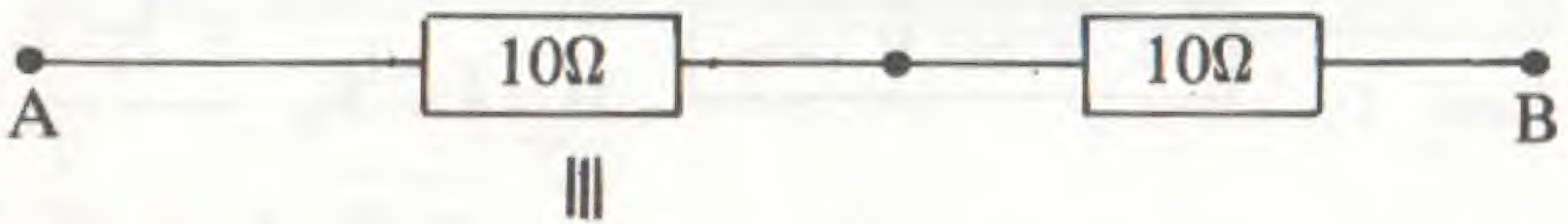


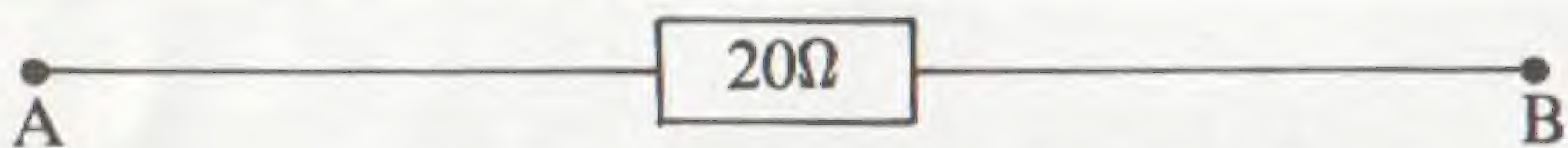


$$R_{EF} = \frac{20}{2} + 10 = 20\ \Omega$$

في التركيبة نعوض الثنائي الذي مربطيه D وَ C والذي مربطيه F و E بالثنائيين المكافئين لهما :







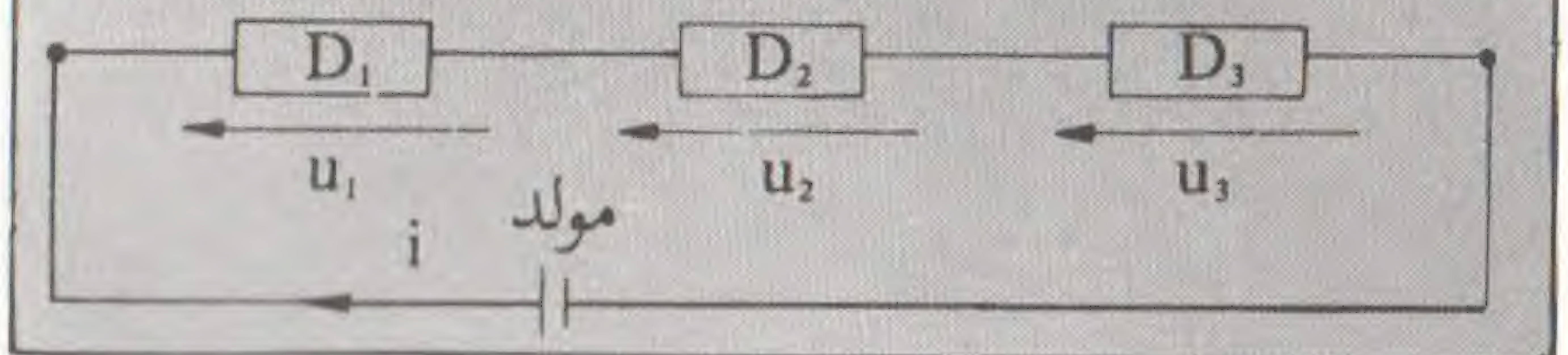
$$R_{AB} = \frac{20}{2} + 10 = 20\ \Omega$$

تمرين رقم 6

ثنائي قطب D مكون من ثلاث ريزيستورات D_1 ، D_2 و D_3 مجمعة على التوالي مقاوماتها : $R_1 = 6\ \Omega$ و $R_2 = 10\ \Omega$ و $R_3 = 14\ \Omega$.

علما أن التوتر بين قطبي D_1 يساوي 12 V

احسب شدة التيار الكهربائي والتوتر بين قطبي D.



الحل :

شدة التيار :

بما أن شدة التيار متساوية بالنسبة لكل هذه الثنائيات القطب يمكن ان نكتب :

$u_3 = R_3 i$ و $u_2 = R_2 i$ $u_1 = R_1 i$

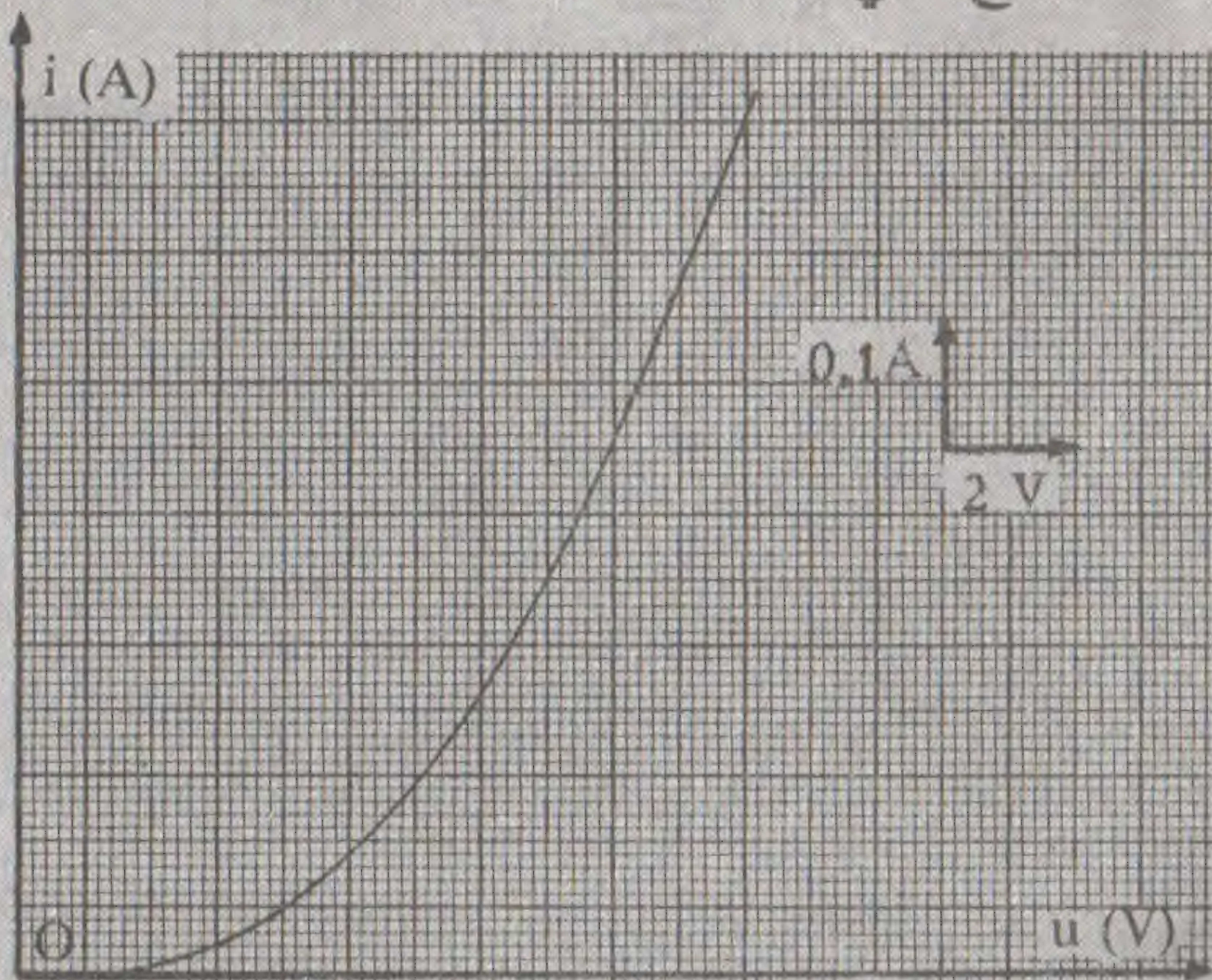
لدينا: $u = u_1 + u_2 + u_3$

تطبيق عددي : $u_1 = 12\ V$ ، $R_1 = 6\ \Omega$ نجد : $i = 2\ A$

و بما أن $R_2 = 10\ \Omega$ ، $R_3 = 14\ \Omega$ نجد: $u = 60\ V$

تمرين رقم 7

نربط على التوالي، ريزيستور D_1، مقاومته R تساوي $60\ \Omega$، مع ثنائي القطب D_2 ذو المميزة التالية :



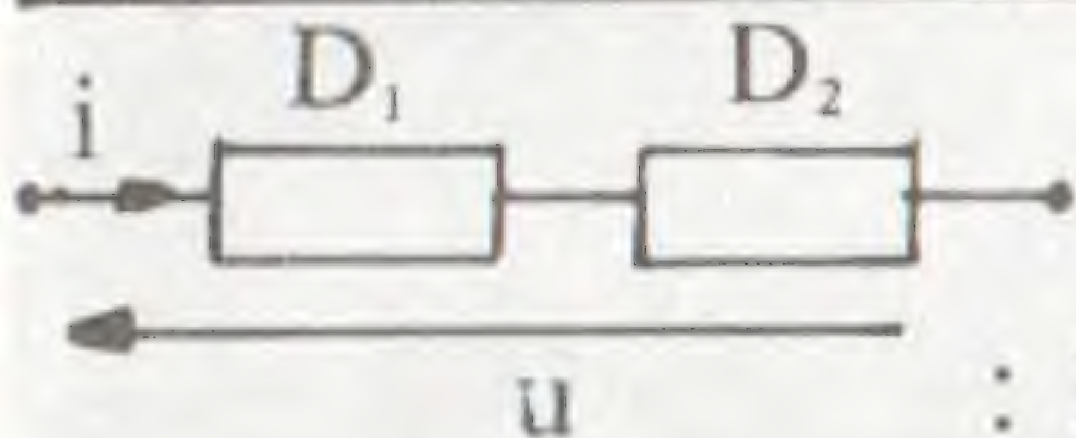
أ ــ ارسم في نفس المعلم مميزة D_1.

ب ــ ارسم مميزة ثنائي القطب D الناتج عن تجميع D_1 و D_2 في نفس المعلم.

ج ــ استنتج من الرسم قيمة شدة التيار الكهربائي الذي يعبر D إذا كان التوتر يُساوي :

* $u = 6\ V$
* $u = 10\ V$
* $u = 12{,}5\ V$

الحل :



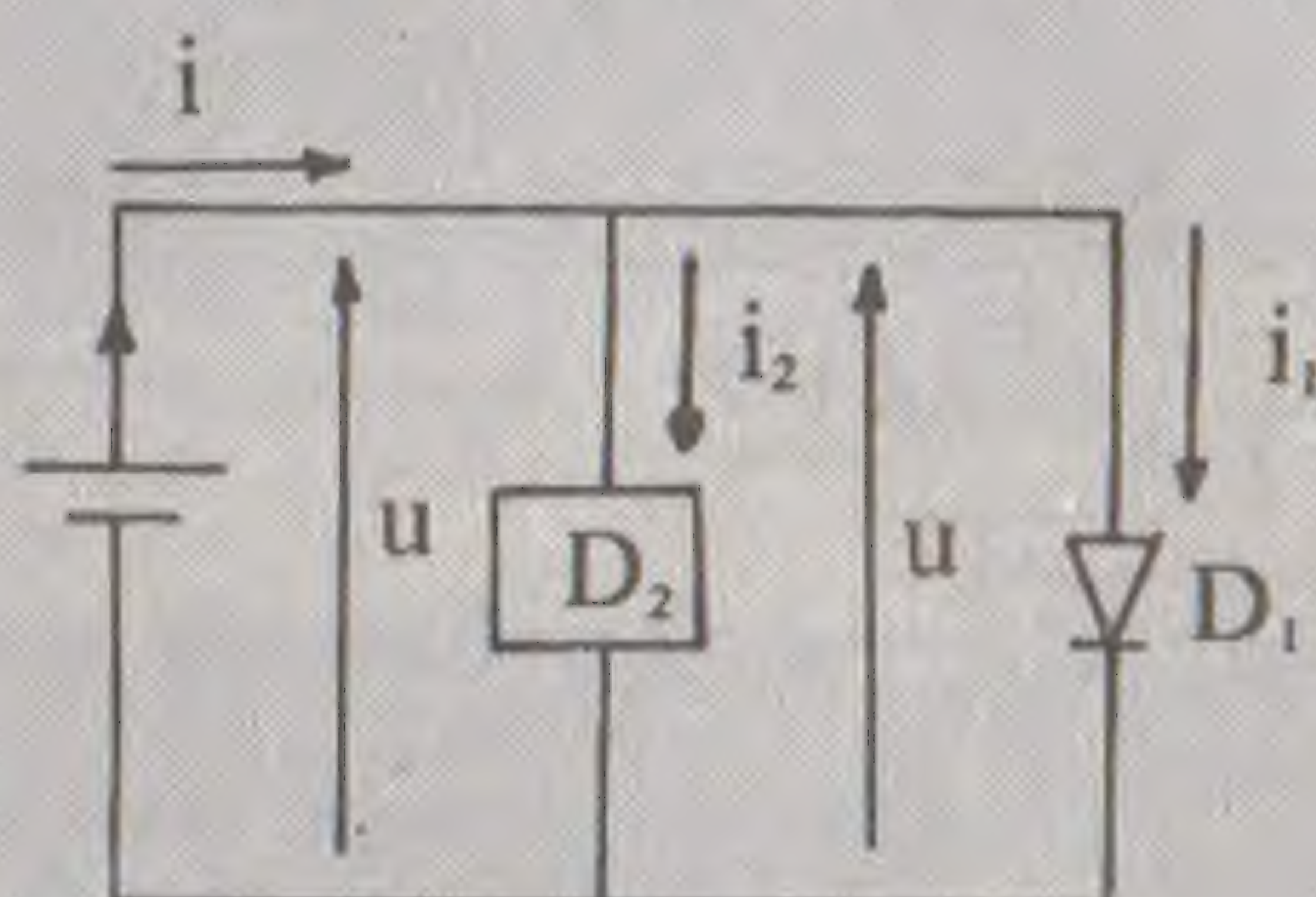
أ ــ وب : رسم مميزات D_1 ، D_2 و D :

ج —

$i = 40\ mA$	أي	$i \simeq 0,040\ A$	$u = 6\ V$
$i = 85\ mA$		$i \simeq 0,085\ A$	$u = 10\ V$
$i = 120\ mA$		$i \simeq 0,120\ A$	$u = 12,5\ V$

تمرين رقم 8

لنعتبر صماما ثنائيا D_1 ومصباحا D_2 مرتبطين على التوازي حسب التبيانة التالية :



فيما يلي الجدولين اللازمين لرسم مميزتي D_1 و D_2

بالنسبة ل D_1 :

240	140	62	20,0	13,3	4,7	0,6	0.0	i (mA)
0,80	0,70	0,60	0,50	0,45	0,40	0,30	0,00	u (V)

وبالنسبة ل D_2 :

-50	-46	-40	-36	-28	-20	0	20	28	36	40	46	50	i (mA)
-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	u (V)

أ ـــ ارسم في نفس المعلم مميزتي D_1 و D_2.

ب ـــ ارسم مميزة تنائي القطب D الناتج عن تجميع D_1 و D_2، في نفس المعلم.

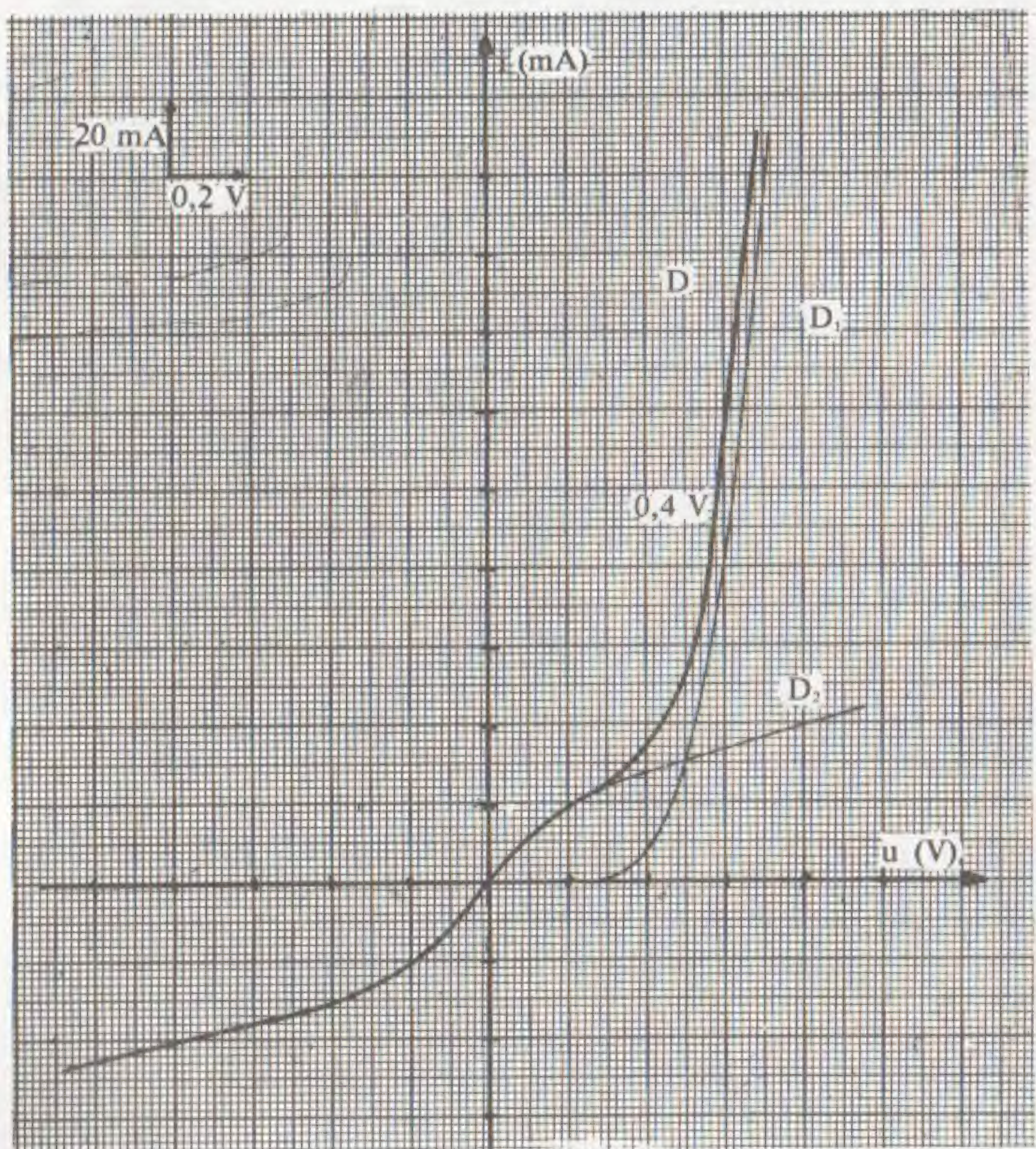
ج ــ استنتج من الرسم قيم i الذي يمر عبر D الموافقة لقيم u التالية :

.u = +0,65 V و u = −0,5 V

د ــ ما هي شدة التيار الكهربائي «في كل من فرعي الدارة»، i_1 و i_2 حسب قيم u السالفة الذكر ؟

الحل :

أ ــ و ب ــ أنظر الرسم.



رسم المميزات.

ج ــ و د ــ من البيان نستنتج :

i (mA)	i_2 (mA)	i_1 (mA)	u (V)
− 180	− 180	0	− 0,5
32,5	205	90	0,65

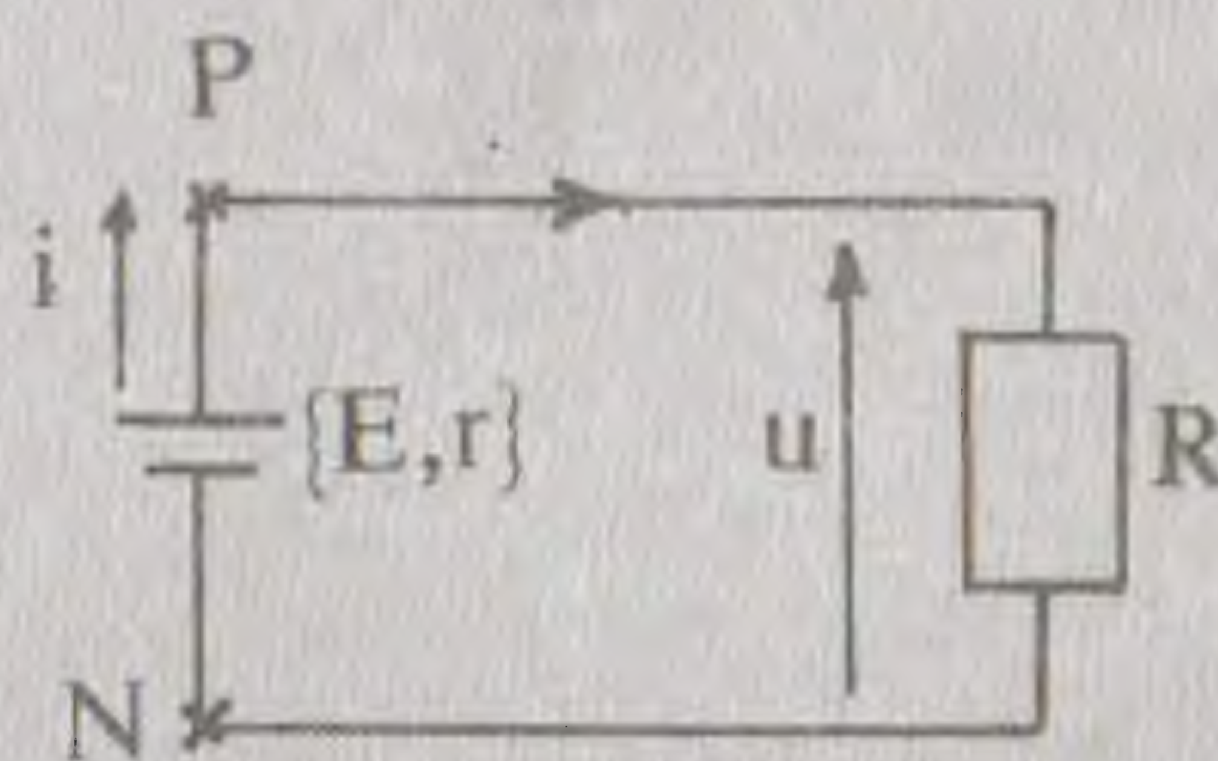
تمرين رقم 9

لنعتبر الدارة الكهربائية المكونة من ريزستور مقاومته R تساوي 11 Ω، ومولد كهربائي ذو قوة محركة كهربائية E تساوي 9 V ومقاومة داخلية r تساوي 4 Ω.

أ ــ أرسم في نفس المعلم مميزتي المولد والريزيستور باستعمال العلاقة التالية :

العلاقة: $u_{PN} = E - ri = u$

السلم : 1 V ⟵ 1cm
0,2 A ⟵ 1 cm



ب ــ ما هي احداثيتي نقطة تشغيل هذا الريزستور

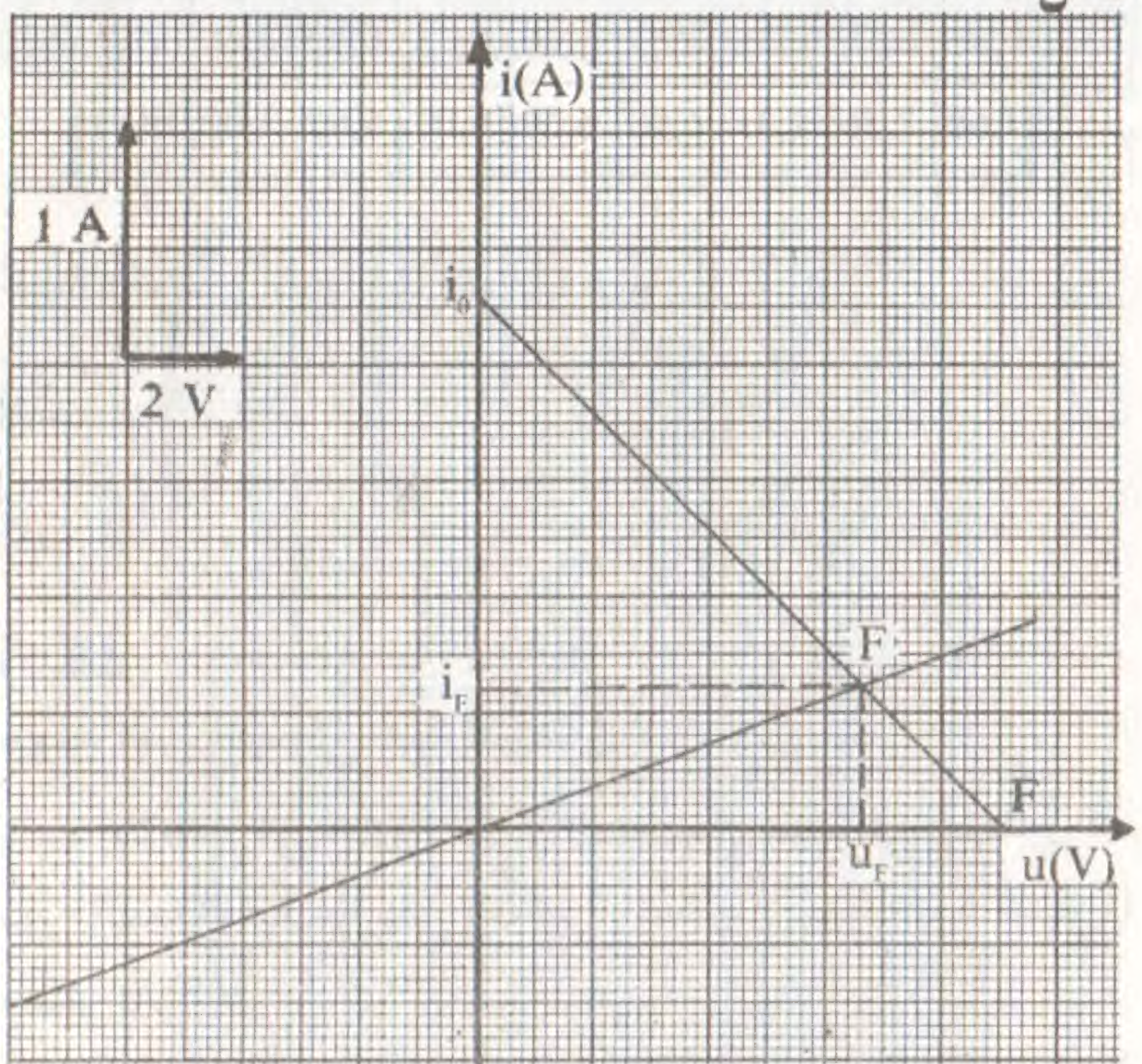
ج ــ نستبدل الآن الريزيستور بمعدلة ذات مقاومة R′ متغيرة.

أتمم الجدول الآتي :

24	21	17	13	11	8	5	2	$R'(\Omega)$
								i(A)
								u(V)

د ــ استنتج من خلال تأثير R على i، دور المعدلة في الدارة الكهربائية.

الحل :



أ ــ انظر الرسم، الذي حصلنا عليه باستعمال الصيغ :

$$u = u_R = 11.i$$

$$u_{PN} = u = 9 - 4.i$$

والسلم u : 1 cm ⟵ 2 V

i : 2 cm ⟵ 1 A

ب ـــ احداثيتي نقطة التشغيل F :

حسب البيان نجد : $F(0,6\ ;\ 6,6)$

$i_F \quad u_F$

ج ـــ تتمة الجدول :

24	21	17	13	11	8	5	2	R′(Ω)
0,32	0,36	0,43	0,53	0,60	0,75	1,00	1,50	i(A)
7,68	7,56	7,31	6,90	6,60	6,00	5,00	3,00	u(V)

لدينا دائما، $R' = \frac{u}{i}$ و $u = E - r\,i$

إذن $$R' = \frac{E - ri}{i}$$

أي $$i = \frac{E}{(R' + r)}$$

وكذلك $$u = R'\,i$$

وبهذه الصيغ يمكن تتمة الجدول أعلاه بسهولة

د ـــ نلاحظ من خلال الأرقام المحصل عليها في الجدول ان دور المعدلة يكمن في امكانية تحديد قيمة شدة التيار i والتوتر u.

تمرين رقم 10

ا ـــ ارسم مميزة المصباح، $i = f(u)$ باستعمال الجدول الآتي :

السلم : 1 V ⟵ 1 cm

20 mA ⟵ 1 cm

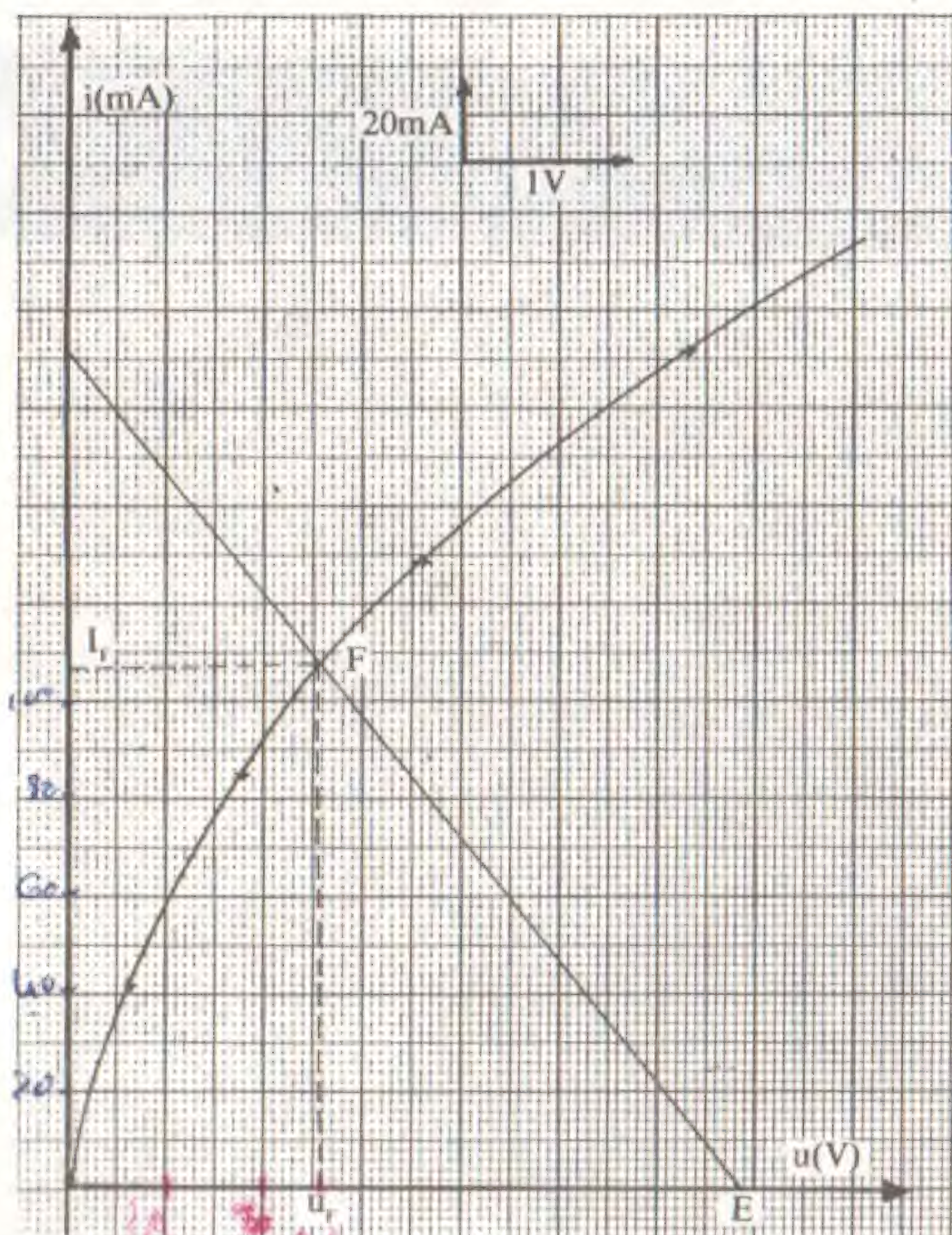
250	225	200	150	100	50	0	i(mA)
6,0	4,7	3,7	2,2	1,0	0,4	0,0	u(V)

ب ــ لتشغيل هذا المصباح نستعمل مولدا كهربائيا ذو قوة محركة كهربائية E = 4 V ومقاومة داخلية r = 20 Ω

* أوجد احداثيتي نقطة تشغيل المصباح من البيان السابق المحتوي على مميزتي المصباح والمولد.

الحل :

أ ــ الرسم :



ب ــ نجد القيم التالية :

* من البيان : $u_F = 1,55\ V$ و $i_F = 125\ mA$

محتوى الكتاب

مقـدمـة 3

الـميـكـانـيـك 6

ـــ التأثيرات بين أجسام صلبة
في حالة توازن 7

• تمارين وحلول 10

ـــ القوى التي يطبقها جسم مائع
في حالة توازن 36

• تمارين وحلول 39

ـــ الازاحة المستقيمية لجسم
صلـب 54

• تمارين وحلول 57

الـهيـدروليـك 75

• تمارين وحلول 82

الـكـهـربـاء 98

ـــ الكهرباء المتحركة 99

• تمارين وحلول 103

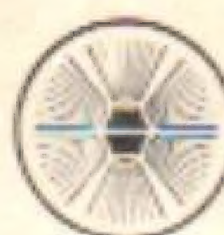
ـــ ثنائيات القطب 113

• تمارين وحلول 119


مطبعة المعارف الجديدة
الرباط 707.08.09.15.38 : ☎

ثمن البيع 14 درهما

رقم الايداع القانوني 668 / 1987



مطبعة المعارف الجديدة
الرباط ☎: 70.70.08.09.15.38